



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Propiedades mecánicas del concreto adicionando vidrio y PET  
reciclado en el uso de pavimentos rígidos, Lima 2019

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Quintos Calluchi, Alfredo Danny (ORCID: 0000-0002-3709-9468)

**ASESOR:**

Mgtr. Ing. Benites Zúñiga, José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA - PERÚ**

**2020**

**Dedicatoria.**

A mi querida madre Nicolasa Calluchi,  
que en paz descanse. Y a mi querido  
hijo Santhiago Alí Quintos.

**Agradecimiento.**

A Dios, a mis padres, a mis amigos y mis profesores por todo el apoyo brindado para llevar a cabo este trabajo de investigación.

.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria. ....	ii
Agradecimiento. ....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen .....	viii
Abstract .....	ix
I- INTRODUCCIÓN .....	1
II- MARCO TEÓRICO .....	5
III- METODOLOGÍA .....	26
3.1- Tipo y Diseño Metodológico .....	26
3.2- Variable, Operacionalización .....	27
3.3- Población, Muestra y muestreo.....	27
3.4- Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	28
3.5- Procedimientos .....	29
3.6- Método de Análisis de datos.....	29
3.7- Aspectos Éticos .....	29
IV- RESULTADOS .....	30
V- DISCUSIÓN.....	52
VI- CONCLUSIONES .....	57
VII- RECOMENDACIONES .....	58
REFERENCIAS.....	59
ANEXOS .....	66

## Índice de tablas

Tabla 1. Análisis granulométrico del agregado fino.....	14
Tabla 2. Valores recomendados de asentamiento para varios tipos.....	17
Tabla 3. Tolerancias de tiempo para realizar el ensayo de resistencia.....	19
Tabla 4. Propiedades de varios vidrios. ....	21
Tabla 5. Estudio de análisis de datos.....	31
Tabla 6. Asentamiento de concreto con la 1era. adición al 10% de vidrio molido	
Tabla 7. Asentamiento de concreto con la 2da. adición al 10% de vidrio molido.	
Tabla 8. Comparación de asentamientos de concreto con la 1era. y 2da. adición de 10% de vidrio molido.....	35
Tabla 9. Asentamiento de concreto de fibras de PET de 1 a 2mm x 20mm .....	36
Tabla 10. Asentamiento de concreto de fibras de PET de 3mm x 40mm .....	37
Tabla 11. Comparación de asentamiento de concreto de fibras de PET de 1 a 2mm x 20mm y 3mm x 40mm.....	38
Tabla 12. Ensayo de compresión de la 1era. adición de 10% de vidrio molido	39
Tabla 13. Ensayo de compresión de la 2da. adición de 10% de vidrio molido..	40
Tabla 14. Comparación de ensayo a la compresión de la 1era y 2da. adición de 10% de vidrio molido.....	41
Tabla 15. Ensayo de compresión de la fibra PET de 1 a 2mm x 20mm.....	42
Tabla 16. Ensayo de compresión con fibras de PET de 3mm x 40mm.....	43
Tabla 17. Comparación de ensayo a la compresión con fibras de 1 a 2mm x 20mm y 3mm x 40mm.....	44
Tabla 18. Ensayo a la flexión de la 2da adición del 10% de vidrio molido .....	46
Tabla 19. Ensayo a la flexión de la fibra de PET de 1 a 2mm x 20mm .....	47
Tabla 20. Ensayo a la flexión de las fibras de PET de 3mm x 40mm. ....	48
Tabla 21. Comparación de ensayo a la flexión de la fibra de PET de 1 a 2mm x 20mm y 3mm x 40mm.....	49

## Índice de figuras

Figura 1. Residuos sólidos de envases de vidrio y plástico PET en la playas de	
Figura 2. Tipos de fracturas en el concreto.....	14
Figura 3. Requerimientos granulométricos para el agregado grueso.....	15
Figura 4. Botellas de vidrio reciclado.....	21
Figura 5. Recolección de botellas.....	21
Figura 6. Botellas plásticas PET. ....	24
Figura 7. Recolección de botellas. ....	24
Figura 8. Mapa político del Perú y de Lima.....	28
Figura 9. Ubicación del proyecto.....	29
Figura 10. Ubicación geográfica del proyecto. ....	30
Figura 11. Asentamiento de concreto con la 1era. adición al 10% de vidrio molido. ....	33
Figura 12. Asentamiento de concreto con la 1era. adición al 10% de vidrio molido. ....	34
Figura 13 Comparación de Asentamientos de concreto con la 1era. y 2da. adición de 10% de vidrio molido .....	35
Figura 14. Asentamiento de concreto con fibras de PET de 1 a 2mm x 20mm	36
Figura 15. Asentamiento de concreto de fibras de PET de 3mm x 40mm .....	37
Figura 16. Comparación de asentamiento de concreto de PET de 1 a 2mm x 20mm y PET de 3mm x 40mm.....	38
Figura 17. Ensayo de compresión de la 1era. adición de 10% de vidrio molido	39
Figura 18. Ensayo a la compresión de la 2da. adición de 10% de vidrio molido	40
Figura 19. Comparación de ensayo a la compresión de la 1era. y 2da. adición de 10% de vidrio molido.....	41
Figura 20. Ensayo a la compresión de la fibra PET de 1 a 2mm x 20mm.....	43
Figura 21. Ensayo a la compresión de la fibra de PET de 3mm x 40mm.....	44

Figura 22. Comparación de ensayo a la compresión de fibras de PET de 1 a 2mm x 20mm y 3mm x 40mm.....	45
Figura 23. Ensayo a la flexión de la 2da adición del 10% de vidrio molido. ....	46
Figura 24. Ensayo a la flexión con fibras de PET de 1 a 2mm x 20mm .....	47
Figura 25. Ensayo a la flexión con fibras de PET de 3mm x 40mm .....	48
Figura 26. Comparación del ensayo a la flexión con fibras de PET de 1 a 2mm x 20mm y 3mm x 40mm.....	49
Figura 27. Comparación de los antecedentes con adición de vidrio .....	51
Figura 28. Comparación de los antecedentes con adición de PET .....	52
Figura 29. Comparación de los antecedentes con adición de PET .....	53

## **Resumen**

La investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de la adición de vidrio y PET reciclado para pavimentos rígidos, donde se sustituyó con vidrio molido y con fibras de PET el peso del agregado. Fue una investigación aplicada de nivel no experimental transversal y diseño correlacional causal. La técnica es el análisis de datos de los ensayos de asentamiento, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión; para ello se comparó dos trabajos de investigación que adiciona el 10% de vidrio molido reciclado de 4.75mm y se comparó dos trabajos de investigación que adicionó fibra de PET de 0.03%, 0.05% y 0.07% de 1 a 2 mm x 20 mm con otra de 0.03%, 0.06% y 0.09% de 3mm x 40mm. Como resultado se determinó el porcentaje adecuado de 10% de adición de vidrio molido y de adición de fibras de PET de 0.05% donde tuvieron una mayor resistencia en las propiedades del concreto. Se concluye que con la adición de vidrio y PET reciclado influye en el asentamiento de concreto de forma desfavorable ya que a mayor porcentaje es menor el asentamiento; en el ensayo a compresión y flexión a los 28 días se obtuvo buenos resultados.

**Palabras clave:** vidrio, PET, asentamiento de concreto, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión.



## **Abstract**

The research aims to determine the influence of the addition of glass and recycled PET for the use of rigid pavements, where the weight of the aggregate was replaced with ground glass and PET fibres. It was an applied research of non-experimental transversal level and correlational design. The technique is the analysis of data from the settlement, compressive strength and bending strength tests; for this purpose, two research studies were compared that added 10% of ground recycled glass of 4.75mm and two research studies were compared that added PET fiber of 0.03%, 0.05% and 0.07% of 1.5mm x 20mm with another of 0.03%, 0.06% and 0.09% of 3mm x 40mm. As a result, the appropriate percentage of 10% ground glass addition and 0.05% PET fiber addition was determined where they had a higher strength in the concrete properties. It is concluded that with the addition of glass and recycled PET it influences in the settlement of concrete in an unfavorable way since the greater percentage is lower the settlement; in the compression and flexion test at 28 days good results were obtained.

**Keywords:** glass, PET, concrete slump, compressive strength, flexural strength

## I- INTRODUCCIÓN

La contaminación por residuos es un problema ambiental desde hace mucho tiempo que está afectando nuestro país esto producto a que existe grandes volúmenes de residuos que terminan acabando en los mares, ríos, lagos y lugares donde la vida es vulnerable para nuestra flora y fauna.

En ese sentido el país que genera el mayor volumen a nivel mundial de residuos plásticos sigue siendo **China** lo cual representa el consumo de productos de un solo uso y que terminan siendo un problema para el medio ambiente ya que muchos de estos residuos plásticos terminan vertidos en los océanos afectando la diversidad de los mares.

Los gobiernos de todo el mundo están tomando conciencia sobre la los desperdicios que genera los plásticos es por ello que los países han generado prohibiciones e impuestos para moderar los residuos por plásticos.<sup>1</sup>

En **San Martin** se genera miles de toneladas en residuos sólidos urbanos como el vidrio, plástico, cartón, papel y residuos eléctricos lo que representa un problema ambiental porque muchas veces estos residuos terminan siendo incinerados, dejados en lugares descampados y muchas veces arrojado en los ríos que como consecuencia terminan matando a nuestras especies.

En **Lima y Callao** se produce miles de toneladas de residuos por plásticos por día la cual representa la mayor cantidad de residuos a nivel nacional existe entonces un crecimiento enorme por estos residuos, que tardan en degradarse aproximadamente entre 100 a 500 años y es así como los residuos terminan en los mares cada año.<sup>2</sup>

En nuestro país no hace mucho que se ha empezado a tomar conciencia con respecto a reciclar y reutilizar los residuos sólidos con el fin de contribuir con el cuidado del medio ambiente, pero es muy poco o nada lo que se recicla a diferencias de otros países que se vienen sumando a crear una cultura en cuanto al reciclaje de residuos.

---

<sup>1</sup> (ONU, 2018)

<sup>2</sup> (MINAN, 2018)

Por ello cada vez es más frecuente utilizar los residuos en la construcción contribuyendo de una forma al problema ambiental que originan estos desechos y es así como hace varios años se busca la manera de utilizar sus propiedades en mejoras de un pavimento como agregado y obtener una durabilidad ideal.

Es de mucha importancia para un país contar con nuevas infraestructuras viales porque es sinónimo de desarrollo y porque puede satisfacer necesidades como educación, trabajo, salud alimentación; necesidades que representan las principales actividades como nación y a la vez representa una ventaja competitiva.

Es por ello que se busca nuevas alternativas para conseguir un pavimento sostenible tanto en lo social, económico y ambiental, factores importantes por todo lo que en los últimos años viene sucediendo con la acumulación de estos desperdicios sólidos que se viene almacenando en el planeta y que representa un problema ambiental para todos.



Figura 1. Residuos sólidos de envases de vidrio y plástico PET en las playas de Lima.

Fuente: Agencia Peruana de Noticia Andina.

## **Formulación del Problema**

El planteamiento de un problema es una pregunta precisa y delimitada cuanto sea posible.<sup>3</sup>

### **Problema General**

¿Cómo influye la adición de vidrio y PET reciclado en las propiedades del concreto para un pavimento rígido?

### **Problema Específico**

¿De qué manera influye el asentamiento del concreto con la adición de vidrio y PET reciclado en las propiedades del concreto para un pavimento rígido?

¿De qué manera mejora la resistencia a compresión la adición de vidrio y PET reciclado en las propiedades del concreto para un pavimento rígido?

¿De qué manera mejora la resistencia a flexión la adición de vidrio y PET reciclado en las propiedades del concreto para un pavimento rígido?

### **Justificación del estudio**

El propósito de este trabajo de investigación es estudiar las propiedades del concreto mediante la adición de vidrio y PET reciclado para un pavimento rígido, considerando nuevos materiales para la mejora del diseño de concreto.

La investigación se basa en la necesidad de utilizar materiales que contaminan el medio ambiente en el uso de pavimentos rígidos. Los resultados de la investigación se basan en los diferentes ensayos para elaborar un pavimento sostenible con el fin de promover un óptimo desarrollo en el medio ambiente

Para lograr los objetivos de la presente investigación se emplearán técnicas de estudio como la recopilación de información y se describirán para demostrar la influencia de la adición de vidrio y PET reciclado en las propiedades del concreto.

### **Hipótesis**

Es una explicación tentativa de lo investigado y que se enuncian como proposiciones o afirmaciones.<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> (ARIAS, 2012 pág. 41)

<sup>4</sup> (HÉRNANDEZ, y otros, 2014 pág. 114)

**Hipótesis General:**

Con la adición de vidrio y PET reciclado mejora las propiedades del concreto para un pavimento rígido.

**Hipótesis específicas:**

La adición de vidrio y PET reciclado influye en el asentamiento del concreto para un pavimento rígido.

La adición de vidrio y PET reciclado influye en la mejora de la resistencia a compresión del concreto para un pavimento rígido.

Con la adición de vidrio y PET reciclado influye en la mejora de la resistencia a flexión del concreto para un pavimento rígido.

**Objetivos**

Es un enunciado de la cual se desea indagar y conocer para así responder al problema planteado.<sup>5</sup>

**Objetivo general**

Determinar la influencia de la adición de vidrio y PET reciclado en las propiedades del concreto para un pavimento rígido en lima 2019.

**Objetivos específicos.**

Determinar si con la adición de vidrio y PET reciclado influye en el asentamiento del concreto para un pavimento rígido.

Determinar si con la adición de vidrio y PET reciclado mejora la resistencia a compresión del concreto para un pavimento rígido.

Determinar si con la adición de vidrio y PET reciclado mejora la resistencia a flexión del concreto para un pavimento rígido

---

<sup>5</sup> (ARIAS, 2012 pág. 43)

## II- MARCO TEÓRICO

Con el fin de encontrar información con respecto a la presente investigación la revisión bibliográfica permitió reconocer la existencia de los siguientes antecedentes de investigación.

**Walhoff** (2017), en su investigación titulada ***Influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto y costos de fabricación, comparado con el concreto convencional, Barranca 2016.*** De la Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo – Barranca. Tuvo como **objetivo** de investigación evaluar la resistencia al concreto por medio del ensayo a la compresión adicionando vidrio molido en **5%,10%y 15%** como reemplazo del cemento comparando con el concreto convencional. Fue un estudio de **tipo** experimental donde se adicionó diferentes porcentajes de vidrio molido en el concreto para analizar su influencia en el concreto, la **población** de estudio y la **muestra** estuvo constituido por 64 briquetas de concreto, **muestreo** fue no probabilístico donde el tamaño de la muestra depende del investigador; **los instrumentos** empleados fueron los utilizados en laboratorio para realizar los ensayos. Los principales **resultados** fueron con el 15% de adición de vidrio molido a los 28 días fueron de mayor resistencia al de patrón, pero con la adición de 5% muestra mayor resistencia a la compresión a diferencia del 10% y 15% y es así que supera a la muestra patrón. Se concluyó que con la adición de 5% de adición de vidrio molido hay una influencia significativa en la resistencia a la compresión.

**Reyes** (2018), en su investigación titulada ***Diseño de un concreto con fibras de Polietileno Tereftalato (pet) reciclado para la ejecución de losas en el asentamiento humano Amauta – Ate -Lima Este 2018.*** De la Universidad Ricardo Palma – Lima. Tuvo como **objetivo** de investigación diseñar una mezcla de concreto con fibras de polietileno tereftalato reciclado para mejorar las propiedades del concreto. Fue un estudio de **tipo** experimental descriptivo y correccional además se adicionara diferentes porcentajes de polietileno tereftalato (pet) reciclado de **0.5%, 1% y 1.5%** en el concreto para analizar su influencia en el concreto, la **población** de estudio y la **muestra** estuvo constituido por 12 probetas de concreto cada mezcla de distintas dosificaciones, **muestreo** fue no probabilístico donde el tamaño de la muestra depende del investigador; **los**

**instrumentos** empleados fueron los ensayos realizados en laboratorios como ensayos en concreto fresco y ensayo en concreto endurecido. Los principales **resultados**; en el ensayo de compresión son menores en diseño cuando tiene mayor adición de polietileno tereftalato (PET), en el ensayo de tracción es menor la resistencia en todas las dosificaciones con respecto a la muestra patrón y en el ensayo a flexión se observó que hubo un aumento en la resistencia en mayor porcentaje de la adición en ese sentido solo cuando se le aplica un aditivo en cada adición de polietileno tereftalato (PET) reciclado tuvo buenos resultados. Se **concluyó** que con la adición de 0.5% a 1.5% de polietileno tereftalato (PET) reciclado en los ensayos de compresión se observó que hay una disminución, en los ensayos de tracción no hubo alguna influencia y en los ensayos de flexión hubo un aumento en la resistencia en un 5% con respecto al diseño del concreto patrón.

**Codina (2018)**, en su investigación titulada ***Resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con agregado fino sustituido en 5% y 10% por vidrio molido reciclado***. De la Universidad San Pedro - Huaraz. El objetivo de la investigación fue determinar qué efectos tendrá la resistencia a la compresión de un concreto de  $f'c = 210$  kg / cm<sup>2</sup> cuando se reemplace con 5% y 10% de vidrio molido reciclado. Fue un estudio de **tipo** aplicada y explicativa de diseño experimental con enfoque cuantitativo, la población de estudio y la muestra consistieron en 27 especímenes de concreto, 9 especímenes con 0%, 9 especímenes con 5% y 9 especímenes con 10% con vidrio molido reciclado., **muestreo** fue no probabilístico donde el tamaño de la muestra es completamente al azar; **los instrumentos** empleados fueron guía de observación resumen, ficha técnica del laboratorio de los ensayos a realizar. Los principales resultados para la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado con 5% y 10% de adición de vidrio molido reciclado son mayores con respecto al concreto patrón. Se concluyó que con la adición de 5% y 10% de vidrio molido reciclado, tiene una mayor resistencia a la compresión en los días de curado de 7, 14 y 28 días.

**Rodríguez & Castro (2019)**, en su investigación titulada ***Evaluación del comportamiento de concreto hidráulico con adición de fibras de PET***. De la Universidad Piloto de Colombia – Colombia. Su objetivo de investigación fue

evaluar el comportamiento del concreto con la adición de fibras de PET en 1.0% y 1.5% de agregados naturales. Fue un estudio de **tipo** descriptiva con enfoque aplicativo y experimental que se basa en el comportamiento del concreto con adición de 1.0% y 1.5% de fibras de PET, la **población** de estudio y la **muestra** estuvo constituido por 9 probetas de concreto 3 probetas con 0%, 3 probetas con 1% y 9 probetas de 1.5% con fibras de PET, **muestreo** fue no probabilístico donde el tamaño de la muestra es completamente al azar; **los instrumentos** empleados fueron los ensayos a flexión realizados en laboratorios. Los principales resultados fueron que el concreto patrón tenía una mayor resistencia a la flexión, a diferencia de la adición de 1% y 1.5% con fibras de PET, de acuerdo con los tiempos de curado de 7, 14 y 28 días. Se concluyó que con la adición de 1% y 1.5% de fibras de PET, el resultado esperado no se obtuvo porque el día 28 de curado se redujo en un 40% con la adición de 1% y en un 44% en un 1.5% de fibras de PET.

**Guayanay & Morales** (2016), en su investigación titulada ***Análisis del comportamiento de hormigón con inclusión de vidrio reciclado en hormigones de resistencia normal.*** De la Universidad Central del Ecuador – Ecuador. Tuvo como **objetivo** de analizar el comportamiento de hormigón con inclusión de vidrio reciclado en hormigones de resistencia normal. Fue un estudio de **tipo** experimental, la **población** de estudio y la **muestra** estuvo constituido por 21 probetas de concreto con 0% de adición, 21 probetas de concreto con **10% y 20%** como agregado fino, 21 probetas de concreto con 10% y 20% como agregado grueso, y 21 probetas de concreto con 10% de vidrio combinado todos en los días de curado a los 7, 14, 21, 28 y 56 días; **los instrumentos** empleados fueron los ensayos realizados en laboratorios. Los principales **resultados** fueron que a los 7, 14, 21, 28 y 56 días con la adición de 10% de vidrio fino alcanza una resistencia considerable al de la muestra patrón a diferencias de las demás adiciones, a los 14 días con la adición de 10% de vidrio fino alcanza una resistencia considerable al de la muestra patrón a diferencias de las demás adiciones. Se **concluyó** que la mezcla con las mejores características para una posible aplicación es la mezcla de 10% de adición de vidrio fino como reemplazo como agregado fino.

**Mestanza** (2018), en su investigación titulada ***Análisis de las propiedades físico-mecánicas de un hormigón elaborado con fibras recicladas de envases PET***



**utilizando agregados de la cantera de San Antonio y cemento Holcim tipo GU.**

De la Universidad Central del Ecuador – Ecuador. Su objetivo era analizar las propiedades físico-mecánicas de un concreto hecho con fibras recicladas de envases de PET utilizando agregados de la cantera de San Antonio y cemento Holcim tipo GU. Fue un estudio de **tipo** experimental donde se adiciona **0%, 0.37%, 0.74% y 1.11%** de fibras de PET en tiempo de curado de 7, 14 y 28 días la **población** de estudio y la **muestra** estuvo constituido por 27 probetas de concreto por cada adición de fibra de PET recicladas 0%, 0.37%, 0.74% y 1.11%. Los principales **resultados** fueron que a los 28 días las fibras de PET disminuye la resistencia a la compresión con adiciones de 0.37, 0.74% y 1.11% con respecto al concreto patrón; para los ensayos a la tracción indirecta a los 28 días existió una disminución en adiciones de 0.37% y 0.74% con respecto al concreto patrón y un aumento en la adición de 1.11%; en el ensayo a la resistencia a flexión hubo una disminución con adiciones de 0.37, 0.74% y 1.11% con respecto al concreto patrón. Se **concluyó** que la mezcla con las mejores propiedades mecánicas es la mezcla de 1.11% en el ensayo de tracción indirecta aumentando su resistencia.

**William** (2016), in his investigate titled. ***The application of waste glass as partial replacement for cement in concrete.*** Of the Universiti Teknologi Malaysia. The **objetiv** investigate the applicability of recycled glass in concrete mixture. Significant of Study Development of concrete with recycled glass as cement to protect the environment, study the physical and mechanical properties of concrete in which contained waste glass. This paper looks at the possibility of glass waste usage as cement replacement in concrete mixture. Experimental **methodology** where the percentages used as a partial replacement, were 5%, 10%, 15%, 20% and 25% at cure times of 7 and 28 days. The **results** of this study analyzed the mechanical strength of the glass waste concrete was have proven that glass waste construction possesses a pozzolanic strength of 82.3% making it suitable pozzolanic material. **Conclusions** the The compressive strength, tensile strength, flexural strength and elastic modulus strength had shown 10% of glass waste replacement to be the optimum percentage that gives higher strength than the normal concrete strength.

Su investigación analiza la posibilidad del uso de residuos de vidrio como reemplazo del cemento en adiciones de 5, 10,15, 20 y 25% en tiempos de curado

de 7 y 28 días se practicó ensayo a la resistencia a la compresión, flexión y tracción demostrando que con el 10% de adición de vidrio brinda una mayor resistencia que la resistencia normal del concreto.

Abu A. (2015) in his research paper "***Mechanical Properties of Concrete Using Recycled Plastic***". Of the Islamic University - Gaza Aimed at studying the use of recycled plastic as a coarse aggregate in concrete. Its methodology is experimental because it will add different percentages of plastics added to the concrete, the laboratory research consisted of tests of properties of fresh and hardened concrete. As a result of the behavior of recycled PET aggregate in concrete, the amount of PET aggregate was calculated according to ACI code 211.1, four concrete mixes of 0%, 15%, 30% and 45% were used to replace the natural aggregate with aggregate of recycled PET. Conclusion recycled PET can be used as a partial replacement for natural aggregate with a percentage that can reach 45%; Compressive strength decreased with increasing recycled PET, reduction in compressive strength is 11% and 24% for concrete containing 15% - 45% recycled PET; on the other hand, the resistance in the tensile tests decreases by 5%, 17% and 34% for concrete containing 15%, 30% and 45%; for resistance in flexural tests it decreases when replacing 15%, 30% and 45% of recycled PET aggregate in 11.2%, 18.7% and 37.5% respectively.

Su investigación se basó en el uso de plástico reciclado como agregado grueso utilizando adiciones de 0%, 15%, 30% y 45%, realizo ensayo de compresión, flexión y tracción al concreto donde tuvo como resultado una disminución en el ensayo a compresión, en el ensayo a flexión y a tracción con respecto al concreto patrón.

Rahman, H. (2015) in his research work. "***A study on potential of recycled glass as cementitious material in concrete.***" Of the Louisiana State University - Louisiana. Its general objective was to study the compressive strength of glass based on cement mortar and concrete when the glass powder is replaced by ordinary Portland cement (OPC). Its methodology is experimental because it studies the chemical composition of glass powder and resistance to the compression test in mortar to replace cement and in mortar with additive at 0%, 10%, 15%, 20% and 25% at ages 7, 14, 28, 56 and 90 days. The results at 7 days in different percentages do not exceed the standard sample, at 28 days there is an increase in resistance,

at 56 days there is a slight increase in 10% and 15%, while 15% and El 20% remains, but still does not exceed the standard sample, at 90 days the resistance at 10% and 15% remains without passing the resistance of the standard sample, while at 20% and 25% there is no greater resistance. The conclusion that the optimal glass content for the resistance to the compression test is 15%, which was comparable with the conventional sample and found a reduction in resistance of approximately 10% at 90 days. His recommendation is to perform tensile tests, water permeability, gas permeability

El estudio de la investigación se basó en estudiar la resistencia a la compresión del vidrio a base de mortero de cemento y concreto cuando el polvo del vidrio se reemplaza por cemento en adiciones de 0%, 10%, 15%, 20% y 25% donde se tuvo como resultado similar al de concreto patrón con la adición del 15% en el ensayo a la compresión a los 28 días

**Khalil & Huda (2017)**, in his article titled **Mechanical properties for ordinary concrete containing waste plastic fibers.**” of the university Anbar- India. **Objetiv** investigate the influence of adding waste plastic fibers (WPF) resulting from manual cutting for bottles used in the conservation gassy beverage on different characteristics of ordinary concrete. Experimental **methodology** where the cutting of plastic waste was approved for volumetric rates ranging from at ages (7, 14 and 28) days for (0.5%) to (2%) as addition of concrete, the tests were conducted on the models produced from waste plastic fiber concrete like compressive strength, flexural strength and splitting tensile strength. The **instruments** used were those used in the laboratory to carry out the tests. The **results** the compressive strength increased compared to the sin (WPF) reference mix to (0.75%) due to the ductility and elongation of (WPF) through cracks, Flexural and splitting tensile strength increased that is mean there was enhancement in tensile strength of concrete. **Conclusions** the addition of waste fiber with different ratios (0.5% and 0.75%) increases the compressive strength at ages 28 compared with the original mix and the addition of waste fiber with different ratios increases the flexural and splitting strength at ages 28, and compared with the original mix.

Manifiesta que con la adición de 0.5% a 2% de fibra de plástico de botellas en tiempo de curado de 7, 14 y 28 días en ensayo de compresión, flexión y tracción la

resistencia del concreto aumenta con respecto al concreto patrón; el máximo valor de aumento es a los 28 días de curado.

**Aseel, Kadum & Aynoor** (2017), in his article titled ***Study the effect of recycled glass on the mechanical properties if green concrete.*** of University of Technology Baghdad. The **objetiv** Investigate the effectiveness of residual polyethylene terephthalate (PET) fibers to improve the properties of concrete. Experimental **methodology** where the fibers were added to the concrete mix in fiber volume fractions of 0.5%, 1.0%, 1.5% and 2.0% at cure times of 7 and 28 days, the utilization materials include ordinary Portland cement (OPC), water, sand, and aggregate, also the different type of glasses that used as a partial replacement of cement. The **instruments** used were those used in the laboratory to carry out the tests. The **results** showed that the use of PET fibers in concrete mixes they slightly reduce the workability of the concrete. Adding PET fibers to concrete increases the Compressive strength of concrete at lower volume of contained fiber and reduces compressive strength of concrete at higher fiber volume content. **Conclusions** that the addition of waste PET fibers to concrete serves as a means to use the waste generated by PET bottles to increase the strength of the concrete.

En la presente investigación, el objetivo era mejorar las propiedades del concreto con fibra de PET en adiciones de 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0% con un tiempo de curado de 7 y 28 días; Se llevaron a cabo pruebas de laboratorio donde se determinó que con la adición de fibras de PET reduce ligeramente la trabajabilidad pero aumenta la resistencia a la compresión con porcentajes más bajos de fibra de PET; la mayor resistencia fue con la adición de 1.0% con un aumento del 15% en la resistencia a la compresión a los 28 días. en resistencia a la compresión a los 28 días.

**Ajamu & Adebayo** (2018), in his article titled Khalil & Huda (2017), in his article titled ***Mechanical properties for ordinary concrete containing waste plastic fibers.*** of Ladoke Akintola University of Technology. The **objetiv** investigate the effectiveness of residual polyethylene terephthalate (PET) fibers to improve the properties of concrete. Experimental **methodology** where the fibers were added to the concrete mix in fiber volume fractions of 0.5%, 1.0%, 1.5% and 2.0%, the hardened concrete properties were determined using a compressive strength test to determine the concrete strength at 7 and 28 days. The **instruments** used were

those used in the laboratory to carry out the tests. The **results** showed that the use of PET fibers in concrete mixes they slightly reduce the workability of the concrete, the adding PET fibers to concrete increases the compressive strength of concrete at lower volume of contained fiber and reduces compressive strength of concrete at higher fiber volume content. **Conclusions** that the addition of waste PET fibers to concrete serves as a means to use the waste generated by PET bottles to increase the strength of the concrete.

En la presente investigación, su objetivo era investigar la efectividad de las fibras residuales de tereftalato de polietileno (PET) para mejorar las propiedades del hormigón, el uso de fibra de PET reduce ligeramente la trabajabilidad del hormigón pero aumenta la resistencia a la compresión del hormigón a una menor adición de fibra contenida y reduce la resistencia a la compresión del hormigón a un mayor contenido; finalmente la adición de fibras de PET sirve para aumentar la resistencia al hormigón.

Teorías relacionadas con respecto al trabajo de investigación de propiedades mecánicas con adición de vidrio y PET reciclado

El **concreto** es la combinación de aglutinantes, relleno, agua y aditivos que forman un compacto que al endurecerse puede soportar esfuerzos a compresión con el tiempo.<sup>6</sup> Es un compuesto similar a los materiales rocosos, por medio de una mezcla de agregados en diferentes tamaños grava y arena acompañado de una pasta de cemento hidráulico.<sup>7</sup> Está compuesto de agregado, generalmente arena y grava, unidos químicamente por cemento portland hidratado.<sup>8</sup> Es la combinación de cementos, agregado grueso, fino y agua.<sup>9</sup> Es la combinación de material granular, agregados incrustado en un material duro como el cemento o aglutinante que llena los espacios de las partículas con agregado y las pega.<sup>10</sup> Es un material que consiste en agregado grueso y fino, cemento, agua y, en muchos casos,

---

<sup>6</sup> (SÁNCHEZ DE GUZMAN, 2001 pág. 22)

<sup>7</sup> (LAMUS, y otros, 2015 pág. 13)

<sup>8</sup> (WIGHT, y otros, 2009 pág. 43)

<sup>9</sup> (HARMSSEN, 2005 pág. 11)

<sup>10</sup> (ZONGJIN, 2011 pág. 1)

diferentes tipos de aditivos.<sup>11</sup> Es un material muy utilizado en el mundo y es el segundo más utilizado en el planeta después el agua.<sup>12</sup>

Se puede **clasificar** como material compuesto y es una combinación de diferentes componentes que mejoran sus propiedades de rendimiento.<sup>13</sup>

Los componentes de concreto influyen en las propiedades especialmente en la resistencia mecánica, durabilidad e impermeabilidad del hormigón endurecido y la manejabilidad del hormigón fresco.<sup>14</sup>

**El cemento** es un elemento aglutinante con propiedades tanto de adhesión y cohesión que permite unirse entre sí con resistencia y durabilidad adecuada.<sup>15</sup> Actualmente en el Perú se producen varios tipos de cementos como los de Tipo I, Tipo II, Tipo V, Tipo IP Tipo IPM.<sup>16</sup>

Los **agregados** en un material inerte de forma y diferentes tamaños que pueden ser naturales o artificiales, que junto con el cemento y el agua forman un todo conocido como hormigón.<sup>17</sup> Son partículas que pueden ser natural o artificial y pueden ser utilizados con las dimensiones fijadas en esta norma.<sup>18</sup>

**El agregado fino** proviene de la desagregación natural o artificial de la roca, pasa a través del tamiz de 9,5 mm (3/8 pulg.) Y cumple con los límites establecidos en esta norma.<sup>19</sup> Debe cumplir ciertas características como estar limpio, libre de cualquier material impura como las materias orgánicas y debe ser fuerte y durable.<sup>20</sup>

---

<sup>11</sup> (NADIM, y otros, 2015 pág. 15)

<sup>12</sup> (Study of polyethylene terephthalate (PET) plastic bottles in threaded form as micro level reinforced in fly ash concrete, 2018 pág. 467)

<sup>13</sup> (DVORKIN, y otros, 2006 pág. 22)

<sup>14</sup> (GONZALES, 2004 pág. 121)

<sup>15</sup> (SÁNCHEZ DE GUZMAN, 2001 pág. 27)

<sup>16</sup> (HARMSSEN, 2005 pág. 12)

<sup>17</sup> (SÁNCHEZ DE GUZMAN, 2001 pág. 65)

<sup>18</sup> (NTP 400.037, 2014 pág. 6)

<sup>19</sup> (NTP 400.037, 2014 pág. 6)

<sup>20</sup> (HARMSSEN, 2005 pág. 12)

Tabla 1. Análisis granulométrico del agregado fino.

Tamiz		% que pasa
9.5 mm	3.8"	100
4.75 mm	Nº 8	95 - 100
2.36 mm	Nº 16	80 - 100
1.18 mm	Nº 27	50 - 85
600 µm	Nº 30	25 - 60
300 µm	Nº 50	05 - 30
150 µm	Nº 100	0 - 10

Fuente: Norma técnica peruana 400.037, 2014, p. 6

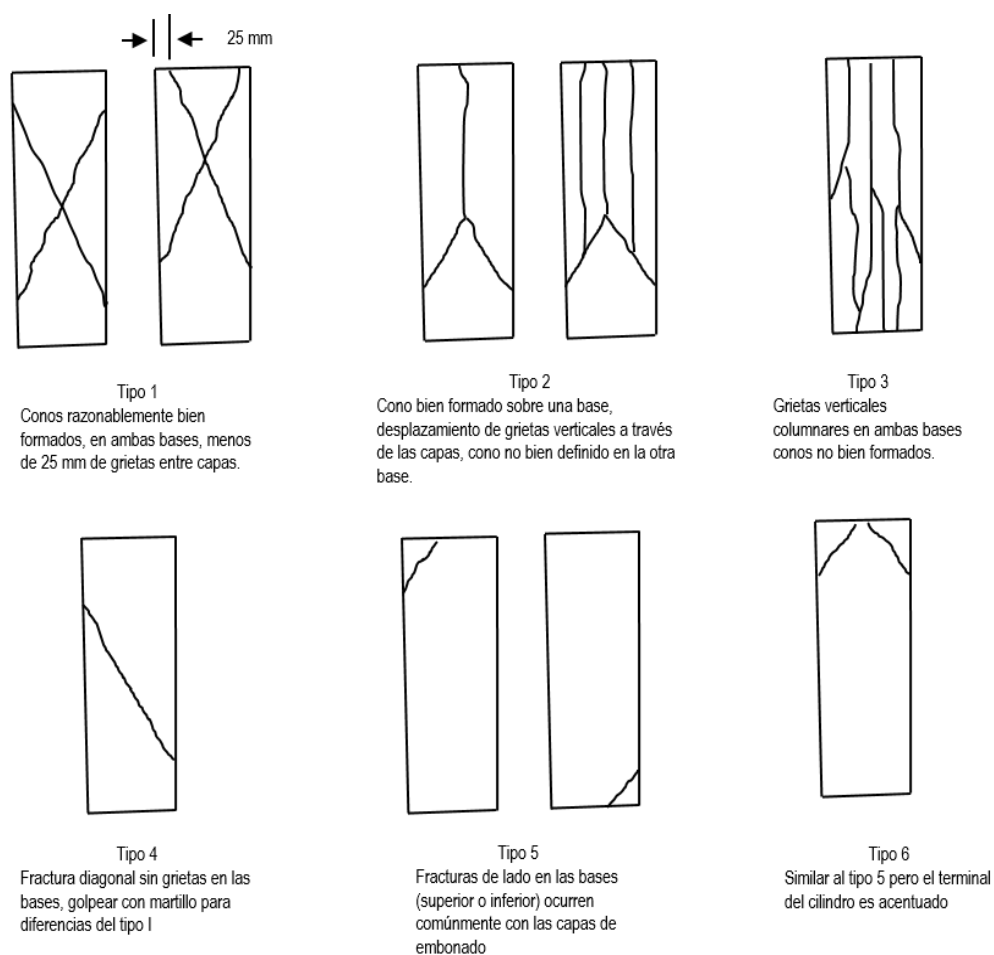


Figura 2. Tipos de fracturas en el concreto.

Fuente NTP 339.034, 2008, p.15.

El **agregado grueso** se conforma por diferentes tipos de rocas estas pueden ser piedras procesada mecánicamente o tratadas de los lechos de los ríos o yacimientos naturales.<sup>21</sup> Es el agregado que se retiene en el tamiz de 4.75 mm (No. 4) y proviene de la segregación de la roca de manera natural o artificial y que debe cumplir los límites establecidos en la norma.<sup>22</sup>

Porcentaje que pasa por los tamices normalizados															
huso	tamaño máximo nominal	10 mm (4")	90 mm (3 ½ ")	75 mm (3 ")	63 mm (2½ ")	50 mm (2 ")	37.5 mm (1 ½ ")	25.0 mm (1 ")	19.0 mm (¾ ")	12.5 mm (1/2 ")	9.0 mm (3/8 ")	4.75 mm (Nº 4)	2.36 mm (Nº8)	1.18 mm (Nº16)	300 µm (Nº50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 ½ "a 1 ½ ")	100	90 a 100	100	100	100	0 a 15	100	0 a 5	100	100	100	100	100	100
2	63 mm a 37.5 mm (2½ "a 1 ½ ")	100	100	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	100	0 a 5	100	100	100	100	100	100
3	50 mm a 25.0 mm (2 "a 1 ")	100	100	100	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	100	0 a 5	100	100	100	100	100
357	50 mm a 4.75 mm (2 "a Nº4)	100	100	100	100	95 a 100	35 a 70	20 a 55	10 a 30	100	0 a 5	100	100	100	100
4	37.5 mm a 9.0 mm (1 ½ "a ¾ ")	100	100	100	100	100	95 a 100	20 a 55	0 a 15	100	0 a 5	100	100	100	100
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 ½ "a Nº4)	100	100	100	100	100	95 a 100	35 a 70	10 a 30	0 a 5	100	100	100	100	100
5	25 mm a 12.5 mm (1 "a 1/2 ")	100	100	100	100	100	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	100	100	100	100
56	25 mm a 9.5 mm (1 "a 3/8 ")	100	100	100	100	100	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	100	100	100
57	25 mm a 4.75 mm (1 "a Nº4)	100	100	100	100	100	100	95 a 100	25 a 60	100	0 a 10	0 a 5	100	100	100
6	19 mm a 9.5 mm (3/4"a 3/8 ")	100	100	100	100	100	100	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	100	100	100
67	19 mm a 4.75 mm (3/4" a Nº4)	100	100	100	100	100	100	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	100	100	100
7	12.5 mm a 4.75 mm (1/2 "a Nº4)	100	100	100	100	100	100	100	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	100	100
8	9.5 mm a 2.56 mm (3/8 "a Nº8)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	100
89	9.5 mm a 1.18 mm (3/8 "a Nº16)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm (Nº4 a Nº16)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Figura 3. Requerimientos granulométricos para el agregado grueso.

Fuente: Norma técnica peruana 400.037

Para analizar los agregados se debe realizar la granulometría, conocer la densidad de masa, peso específico y contenido de humedad.

<sup>21</sup> (HARMSEN, 2005 pág. 13)

<sup>22</sup> (NTP 400.037, 2014 pág. 6)



La **granulometría** es la división de partículas de diferentes medidas que conforman una combinación de agregados y que determina mediante los procesos granulométricos donde se divide la muestra en partes de agregado de igual medida.<sup>23</sup> Es la división de las medidas de las partículas del agregado, que se determina a través de los pesos retenidos que se tengan en tamices estándar normalizados, en cumplimiento de la norma.<sup>24</sup>

La **densidad de masa** es la dimensión de la masa del agregado donde se incluye las dimensiones de partículas tanto individuales como los vacíos entre los mismos que es expresado en kg/m<sup>3</sup>.<sup>25</sup>

El **peso específico** está compuesto por la relación que existe entre el peso y el volumen de una masa dada.<sup>26</sup> Es la relación de la masa a una temperatura estable de una dimensión unitario del material con respecto a la misma dimensión de agua a la temperatura indicada.<sup>27</sup>

El **agua** es un componente importante que cuando entra en contacto con el cemento brinda propiedades como fraguar y endurecer de forma sólida en conjunto con los agregados.<sup>28</sup>

**Diseño de mezcla** proceso que consiste en la selección de materiales para la determinación de sus cantidades con el grado requerido de manejabilidad que al endurecerse adquiera sus propiedades de resistencia.<sup>29</sup>

Las **propiedades mecánicas** es esencial para determinar la adaptabilidad de un material.<sup>30</sup>

Para asegurar los ensayos existen lineamientos por la ASTM (American Society for Testing and Materials) que proporciona de forma detallada los procedimientos en el laboratorio.<sup>31</sup>

---

<sup>23</sup> (SÁNCHEZ DE GUZMAN, 2001 pág. 72)

<sup>24</sup> (NTP 400.012, 2002 pág. 3)

<sup>25</sup> (NTP 400.017, 2012 pág. 3)

<sup>26</sup> (SÁNCHEZ DE GUZMAN, 2001 pág. 95)

<sup>27</sup> (NTP 400.021, 2002 pág. 3)

<sup>28</sup> (SÁNCHEZ DE GUZMAN, 2001 pág. 57)

<sup>29</sup> (SÁNCHEZ DE GUZMAN, 2001 pág. 221)

<sup>30</sup> (NEWELL, 2010 pág. 68)

<sup>31</sup> (NEWELL, 2010 pág. 68)

**El concreto fresco** es el material que está en un estado fluido donde los componentes se mezclan hasta que comienza el endurecimiento de la masa.<sup>32</sup>

La prueba de asentamiento debe considerarse como un método para determinar si la cantidad de agua y otros materiales utilizados en la mezcla se distribuye razonablemente, porque la prueba puede reflejar cambios en el tamaño de las partículas agregadas.<sup>33</sup> La prueba de asentamiento es el método más utilizado para medir la consistencia del concreto y puede usarse en el laboratorio o en el sitio de trabajo.<sup>34</sup> Este método de prueba se proporcionó originalmente a los usuarios las técnicas para controlar la consistencia del hormigón sin endurecer.<sup>35</sup>

**Tabla 2.** Valores recomendados de asentamiento

Tipo de construcción	Rango de Slump	
	(mm)	(Pulg.)
Cimientos y cimientos reforzados	20 a 80	1 a 3
Zapatas lisas, cajones y muros de subestructura	20 a 80	1 a 3
Vigas y muros reforzados	20 a 100	1 a 4
Construcción de columnas	20 a 100	1 a 4
Pavimentos y losas	20 a 80	1 a 3
Masa de hormigón	20 a 80	1 a 2

Fuente. Zongjin, 2011

La reología es el conjunto de características de la mezcla fresca que permite manipular y posteriormente compactar la mezcla donde sus tres características son fluidez, compacidad y estabilidad de fluidez.<sup>36</sup>

**La fluidez** se refiere a la calidad o viscosidad del concreto que indica el grado de movilidad que puede tener la mezcla.<sup>37</sup>

<sup>32</sup> (PORRERO, y otros, 2014 pág. 45)

<sup>33</sup> (SÁNCHEZ DE GUZMAN, 2001 pág. 114)

<sup>34</sup> (SHETTY, 2008 pág. 222)

<sup>35</sup> (NTP 339.035, 2009 pág. 3)

<sup>36</sup> (PORRERO, y otros, 2014 pág. 45)

<sup>37</sup> (PORRERO, y otros, 2014 pág. 45)

**La compactibilidad** es la propiedad conocida como endurecimiento en reposo y es esta característica que permite la compactibilidad en la mezcla y la adaptación del moldeo.<sup>38</sup>

La estabilidad de la segregación es la tendencia a separar los granos gruesos, esto depende de la viscosidad y la tixotropía y la relación de la cantidad y el tamaño de los granos.<sup>39</sup>

La trabajabilidad es el conjunto de propiedades del concreto donde se permite su manipulación sin segregación y también para especificar el asentamiento medido por el procedimiento estándar de cono de Abraham.<sup>40</sup>

La **resistencia del concreto** está vinculada con la calidad del cemento y de las características de los agregados.<sup>41</sup> Se considera una propiedad muy importante, aunque en muchos casos prácticos, otras características, como la durabilidad y la permeabilidad, pueden ser más importantes.<sup>42</sup> La resistencia del concreto se toma para referirse a la resistencia de compresión uniaxial que es medida por una prueba de compresión de un cilindro de prueba estándar, porque esta prueba se usa para conocer la resistencia del concreto.<sup>43</sup> La resistencia a la compresión es el criterio de calidad del concreto, las otras tensiones del hormigón se pueden tomar como una proporción de la resistencia a la compresión, que se puede determinar de manera fácil y precisa a partir de las pruebas.<sup>44</sup> El principal tipo de resistencia del hormigón es la resistencia a la compresión que se correlaciona con la resistencia a la tracción, la resistencia al corte, la resistencia a la flexión y otros tipos de resistencia.<sup>45</sup> La resistencia a la compresión del concreto es su propiedad comúnmente considerada en el diseño estructural, pero para algunos propósitos la resistencia a la tracción es de interés; ejemplos de estos son el diseño de losas de

---

<sup>38</sup> (PORRERO, y otros, 2014 pág. 46)

<sup>39</sup> (PORRERO, y otros, 2014 pág. 46)

<sup>40</sup> (PORRERO, y otros, 2014 pág. 46)

<sup>41</sup> (Resistencia de concreto con agregado de alta absorción y baja relación a/c., 2012 pág. 21)

<sup>42</sup> (NEVILLE, 2011 pág. 621)

<sup>43</sup> (WIGHT, y otros, 2009 pág. 46)

<sup>44</sup> (NADIM, y otros, 2015 pág. 17)

<sup>45</sup> (DVORKIN, y otros, 2006 pág. 85)

autopistas y aeródromos.<sup>46</sup> La resistencia a la flexión se expresa en términos del módulo de ruptura del hormigón (fr), que es el esfuerzo de tracción máximo en el hormigón en flexión.<sup>47</sup>

Para el **ensayo de compresión** se aplica una fuerza compresiva con lo que se registra el acortamiento o deformación experimentado por el material hasta llegar a la fractura.<sup>48</sup> Es un ensayo reconocido universalmente para aplicar pruebas donde se realiza por medio de probetas cilíndricas las cuales se funden en moldes especiales.<sup>49</sup> Los ensayos se realizan en probetas cilíndricas de 6 x 12 pulgadas como se especifican en la norma ASTM C 172 para muestras de hormigo fresco y ASTM C 312 para fabricación y curado de probetas en obra.<sup>50</sup> La metodología de esta prueba es someter las muestras cilíndricas a una carga de compresión axial a una velocidad normalizada en un rango establecido hasta que ocurra la falla.<sup>51</sup>

**Tabla 3.** Tolerancias de tiempo para realizar el ensayo de resistencia

Edad de ensayo	Tolerancia de tiempo Permisible	
	Horas	%
24 h	± 0.5	± 2.1
3 d	± 2	± 2.8
7 d	± 6	± 3.6
28 d	± 20	± 3.0
190 d	± 48	± 2.2

Fuente: Norma Técnica Peruana 339.034

<sup>46</sup> (NEVILLE, 2011 pág. 621)

<sup>47</sup> (NADIM, y otros, 2015 pág. 21)

<sup>48</sup> (NUÑEZ, y otros, 2011 pág. 43)

<sup>49</sup> (SÁNCHEZ DE GUZMAN, 2001 pág. 138)

<sup>50</sup> (WINTER, y otros, 2002 pág. 149)

<sup>51</sup> (NTP 339.034, 2008 pág. 3)

La prueba de compresión es un análogo directo a la prueba de tracción, se usa el mismo equipo pero en lugar de separar la muestra está sujeta a una carga de aplastamiento.<sup>52</sup>

Para los **ensayos a la flexión** se realiza en vigas de sección cuadrada de 500 mm de longitud por 150 mm de lado, elaborados y curados de acuerdo a la norma ASTM C-192 y C-31.<sup>53</sup> Este ensayo consiste en aplicar una carga en la viga en los tercios de la luz hasta que la falla ocurra, el módulo de rotura se calcula de donde ocurre la falla dentro del tercio medio o a una distancia de % de la luz libre.<sup>54</sup> El ensayo a la flexión que está descrito en la norma ASTM C-78 consiste en apoyar las vigas a 2.5mm como mínimo de sus extremos, con una luz de 45cm y cargarlas en dos puntos situados en los tercios medios de la luz.<sup>55</sup> Para pavimentos rígido el módulo de rotura está normalizado por el ASTM C-78; en el ensayo el concreto es muestreado en vigas las cuales deberán ser ensayadas a los 28 días.<sup>56</sup>

**El vidrio** es uno de los materiales que han acompañado al hombre durante la historia, formando parte de sus manifestaciones cotidianas de carácter artístico, arquitectónico, científico y tecnológico.<sup>57</sup> Es un material de diversas propiedades y de muchas aplicaciones, su estructura es desordenada, es inestable y químicamente compleja y heterogénea.<sup>58</sup> Es un sólido amorfo que ha existido en diferentes tipos durante miles de años y se ha producido para uso humano desde 12000 a. C.<sup>59</sup>

**Características del vidrio** es de una masa dura, informe, rígida, frágil y sonora además es resistente al calor, buen aislante, sensible a los cambios de temperatura, ácidos también se puede moldear, prensar, grabar, fundir, curvar, laminar.<sup>60</sup>

---

<sup>52</sup> (NEWELL, 2010 pág. 79)

<sup>53</sup> (SÁNCHEZ DE GUZMAN, 2001 pág. 141)

<sup>54</sup> (NTP 339.078, 2012 pág. 6)

<sup>55</sup> (SÁNCHEZ DE GUZMAN, 2001 pág. 141)

<sup>56</sup> (MTC, 2013 pág. 269)

<sup>57</sup> (VIRGINIE, 2011 pág. 204)

<sup>58</sup> (FERNANDEZ, 2003 pág. 53)

<sup>59</sup> (Utilization of waste glass in concrete, 2013 pág. 325)

<sup>60</sup> (VIRGINIE, 2011 pág. 205)



Figura 4. Botellas de vidrio reciclado

Fuente: Elaboración propia.

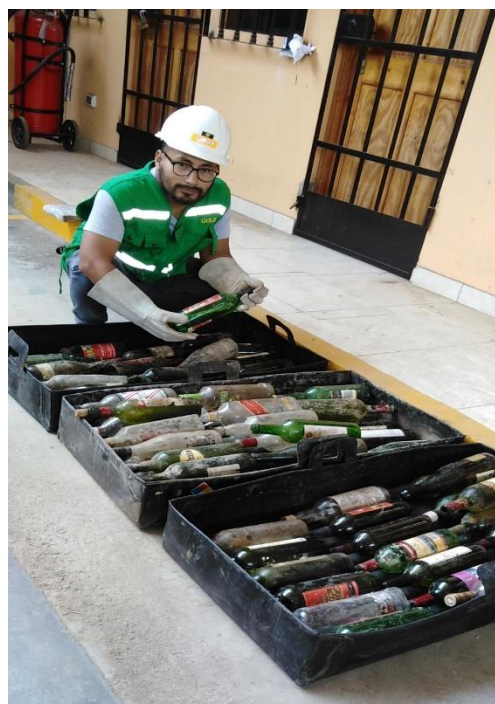


Figura 5. Recolección de botellas

Fuente: Elaboración Propia.

Las propiedades del vidrio que más se destacan son su baja densidad, resistencia mecánica moderada, alta rigidez, fragilidad, baja conductividad eléctrica y térmica, y muy alta estabilidad química.<sup>61</sup>

**Propiedad mecánica** para todos los efectos prácticos, el comportamiento de los vidrios, igual que el de la mayor parte de cerámicos, se considera como perfectamente elástica y frágil.<sup>62</sup>

**Propiedades físicas** los vidrios exhibe una conductividad térmica baja y una resistividad eléctrica elevada y resistencia dieléctrica alta. Sus coeficientes de dilatación térmica son inferiores a los metales y plásticos; inclusive pueden acercarse a cero.<sup>63</sup>

---

<sup>61</sup> (CASTELL, 2009 pág. 29)

<sup>62</sup> (KALPAKJIAN, y otros, 2012 pág. 213)

<sup>63</sup> (KALPAKJIAN, y otros, 2012 pág. 214)

Los vidrios comerciales se clasifican por tipo comercial, de plomo y álcali, de borosilicato, de 96% de sílice y sílice fundido.<sup>64</sup>

**Tabla 4.** Propiedades de varios vidrios.

	Vidrio comercial	Vidrio de plomo	Vidrio de borosilicato	96% de sílice	Sílice fundido
Densidad	Alto	El más alto	Medio	Bajo	El más bajo
Resistencia	Bajo	Bajo	Moderado	Alto	El más alto
Resistencia al choque térmico	Bajo	Bajo	Bueno	Mejor	El mejor
Resistividad eléctrica	Moderado	El mejor	Bueno	Bueno	Bueno
Trabajo en caliente	Bueno	El mejor	Regular	Pobre	El más pobre
Posibilidad de tratamiento térmico	Bueno	Bueno	Pobre	Ninguno	Ninguno
Resistencia química	Pobre	Regular	Bueno	Mejor	El mejor
Resistencia al impacto y a la abrasión	Regular	Pobre	Bueno	Bueno	El mejor
Transmisión de luz ultravioleta	Pobre	Pobre	Regular	Bueno	Bueno
Costo Relativo	El más bajo	Bajo	Medio	Alto	El más alto

Fuente: Kalpakjian y Schmid, 2012.

**El reciclaje de los residuos de vidrio** como un componente en el concreto le da a los residuos de vidrio una alternativa sostenible al relleno de tierra y, por lo tanto, lo hace económicamente viable.<sup>65</sup> Es un material altamente reciclable y se puede reciclar cuantas veces sea necesario, al utilizarlo como reciclaje no pierde sus propiedades ni su calidad.<sup>66</sup> Es un material que puede reprocesarse de manera ilimitada no hay una disminución en sus propiedades y se puede contribuir en el ahorro de energía alrededor del 30% con respecto a la fabricación de vidrio nuevo.<sup>67</sup> El incremento de residuos sólidos obliga hoy en día a las sociedades a tomar conciencia por eso se desarrollan diferentes métodos de tratamiento, siendo el reciclaje y la reutilización algunos de ellos.<sup>68</sup> Los principales residuos urbanos

<sup>64</sup> (KALPAKJIAN, y otros, 2012 pág. 212)

<sup>65</sup> (Effective utilisation of wasted glass in concrete, 2015 pág. 1)

<sup>66</sup> (LOMBARDERO, 2008 pág. 318)

<sup>67</sup> (VIRGINIE, 2011 pág. 212)

<sup>68</sup> (LOMBARDERO, 2008 pág. 316)

encontrados proceden de vidrios de recipientes que se usa para las comidas, bebidas, vidrio plano como el que se utiliza para las ventanas, y el vidrio prensado ámbar o verde.<sup>69</sup> Para reciclar el vidrio es necesario realizar una clasificación por color, y por otro lado una vez clasificado el vidrio se separan el vidrio del resto de otros materiales como papel, plásticos, corchos, metales, etc.<sup>70</sup>

El uso de los residuos de vidrio en la industria de la construcción es una de las opciones más atractivas porque puede consumir una cantidad significativa de estos materiales incluida la unión reducida entre el agregado y la mezcla de cemento.<sup>71</sup> El vidrio triturado también se usó como agregado grueso en la producción de concreto, pero debido a su naturaleza plana y alargada que mejora la disminución de la trabajabilidad y atribuye a una ligera disminución a la resistencia de la compresión.<sup>72</sup> La utilización de residuos de vidrio para la construcción no solo resolverá los problemas de residuos, sino que también proporcionará un nuevo recurso para fines de construcción; el uso de residuos de vidrio como sustituto de los agregados finos en la mezcla de mortero es una opción.<sup>73</sup> Se han hecho intentos para utilizar el vidrio triturado como agregado fino para reemplazar la arena del río y el polvo de vidrio como reemplazo parcial cemento.<sup>74</sup>

**Plástico** de origen griego “plastikos” que significa “capaz de ser moldeado”, la cual se usó para el material que era fácil de moldear, así se tratara de barro, yeso, cerámica o cera.<sup>75</sup> Es un material orgánico que contiene elementos como el carbono, el hidrogeno, oxígeno y nitrógeno.<sup>76</sup>

El **PET** es un polímero termoplástico producido por polimerización de etilenglicol con ácido tereftálico.<sup>77</sup> Es un termoplástico de alta calidad y se identifica por el número uno o el acrónimo PET o PETE, rodeado por tres flechas en el fondo de los

---

<sup>69</sup> (ALFAYATE, y otros, 2011 pág. 490)

<sup>70</sup> (LOMBARDERO, 2008 pág. 318)

<sup>71</sup> (Utilization of waste glass in concrete, 2013 pág. 324)

<sup>72</sup> (Effective utilisation of wasted glass in concrete, 2015 pág. 1)

<sup>73</sup> (Use of waste glass in cement mortar, 2015 pág. 705)

<sup>74</sup> (Effective utilisation of wasted glass in concrete, 2015 pág. 1)

<sup>75</sup> (MARTINEZ, y otros, 2015 pág. 97)

<sup>76</sup> (CORNISH, 1997 pág. 8)

<sup>77</sup> (CASTELL, 2009 pág. 1007)



envases por la SPI (Society of Plastics Industries).<sup>78</sup> Este polímero pertenece a la familia de los plásticos y tiene propiedades como de ser ligero, higiénico, resistente y adaptable que se puede moldear y utilizar de distintas maneras en una amplia gama de aplicaciones.<sup>79</sup>

Sus **características** es de elevada resistencia, rigidez y alta dureza tiene resistencia al desgaste y coeficiente de fricción muy bajo, buena conductividad y óptimas propiedades eléctricas.<sup>80</sup> Los plásticos a diferencia de otros materiales no se oxidan ni se corroen, y no todos los plásticos se biodegradan lo que hacen es fotodegradarse es decir se descomponen lentamente en pequeños fragmentos más conocidos como microplásticos.<sup>81</sup>

La mayoría de los plásticos encontrados en los residuos urbanos son procedentes de envases de producto alimentario, de bebidas y productos de limpieza.<sup>82</sup> El uso de desechos plásticos como un sustituto de agregado natural en el concreto es un concepto relativamente reciente [...] el agregado brinda una solución a los problemas encontrados con la extracción de agregado natural.<sup>83</sup> El **reciclaje de los plásticos PET** se realiza de forma mecánica para ello se realiza la clasificación y posteriormente la limpieza de impurezas, pegatinas y pinturas.<sup>84</sup> El reciclado de PET consiste en modificar las botellas en desuso en monómeros o fibras por medio del reciclaje que puede ser físico, químicos o térmicos.<sup>85</sup> El reciclaje mecánico consiste en recolectar, lavar y cortar los plásticos en partículas pequeñas para formar un nuevo objeto.<sup>86</sup> Es un material muy usado por las ventajas que representa como su resistencia física al desgaste, su alta resistencia térmica, por su transparencia y para su uso en alimentos.<sup>87</sup> Las desventajas que representa este

---

<sup>78</sup> (MARTINEZ, y otros, 2015 pág. 98)

<sup>79</sup> (ONU, 2018 pág. 1)

<sup>80</sup> (WINTER, y otros, 2002 pág. 23)

<sup>81</sup> (ONU, 2018 pág. 2)

<sup>82</sup> (ALFAYATE, y otros, 2011 pág. 492)

<sup>83</sup> (Study of polyethylene terephthalate (PET) plastic bottles in threaded form as micro level reinforced in fly ash concrete, 2018 pág. 470)

<sup>84</sup> (CASTELL, 2009 pág. 1007)

<sup>85</sup> (MARTINEZ, y otros, 2015 pág. 103)

<sup>86</sup> (IGER, 2016 pág. 76)

<sup>87</sup> (MACHUCA, y otros, 2009 pág. 23)

material que por su alta resistencia provoca la acumulación de residuos una vez utilizado.<sup>88</sup>



Figura 6. Botellas plásticas PET  
Fuente: Elaboración propia.



Figura 7. Recolección de botellas  
Fuente: Elaboración propia.

---

<sup>88</sup> (MACHUCA, y otros, 2009 pág. 23)

### **III- METODOLOGÍA**

#### **3.1- Tipo y Diseño Metodológico:**

##### **Tipo de investigación**

El tipo de investigación para el presente proyecto es aplicada. La investigación aplicada tiene como característica el uso práctico inmediato claro, es decir se investiga para producir, modificar, transformar cambios en un determinado sector de la realidad.<sup>89</sup> El estudio que se realiza es el análisis de datos para determinar la influencia de la adición de vidrio y PET en el concreto para un pavimento rígido.

##### **Diseño de investigación**

El diseño de la investigación será estrategia general que adopta el investigador o interesado para responder al problema.<sup>90</sup> La investigación no experimental transversal es un diseño que se utiliza para estudiar hechos y fenómenos realistas en un momento específico.<sup>91</sup>

El diseño de la presente investigación es no experimental transversal porque el estudio de los hechos se basa en el análisis de datos de tesis donde se analizará las propiedades del concreto con adición de vidrio y PET reciclado.

##### **Nivel de investigación**

El nivel de la investigación es correlacional porque va a recopilar datos y característica del concreto con adición de vidrio y PET reciclado

La investigación correlacional tiene como objetivo comprender la existencia o el grado de asociación entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular.<sup>92</sup>

##### **Enfoque de la investigación**

Es cuantitativo, y un método cuantitativo es un método que utiliza la recopilación de datos basada en mediciones numéricas y análisis estadísticos para probar hipótesis<sup>93</sup>

---

<sup>89</sup> (CARRASCO, 2005 pág. 43)

<sup>90</sup> (ARIAS, 2012 pág. 27)

<sup>91</sup> (CARRASCO, 2005 pág. 72)

<sup>92</sup> (HÉRNANDEZ, y otros, 2014 pág. 93)

<sup>93</sup> (HÉRNANDEZ, y otros, 2014 pág. 4)

### **3.2- Variable, Operacionalización**

#### **Variables**

Son características o cualidades; cantidad, que puede cambiar, y son objeto de análisis, medición, manipulación o control en la investigación<sup>94</sup>

En el proyecto de investigación las variables que se desarrollan serán:

- Variable Independiente: Adición de Vidrio y PET reciclado.
- Variable Dependiente: comportamiento mecánico del concreto.

#### **Operacionalización de las variables**

La operacionalización de variables, se caracteriza porque nos indica cómo se va a medir las variables dentro de nuestro de investigación. En dicho cuadro se especificará las dimensiones e indicadores de medición, adicionalmente se detallará los problemas, objetivos e hipótesis proyecto de la investigación ya mencionada.

#### **Escala de medición.**

Es la que permite asignar un valor o grado a una variable<sup>95</sup>

Nivel de razón mantiene un intervalo de tiempo similar, posee un cero absoluto la cual implica una ausencia total de la variable y se puede aplicar en operaciones matemáticas y estadísticas.<sup>96</sup>

La escala de medición es de razón porque permite cuantificar las características de los datos analizados de las variables

### **3.3- Población, Muestra y muestreo**

#### **Población:**

Es un conjunto de individuos con algunas características y propiedades que son las que se desea estudiar.<sup>97</sup>

---

<sup>94</sup> (ARIAS, 2012 pág. 57)

<sup>95</sup> (ARIAS, 2012 pág. 64)

<sup>96</sup> (ARIAS, 2012 pág. 66)

<sup>97</sup> (ICART, y otros, 2006 pág. 55)

La población para este trabajo de investigación será el análisis de los ensayos al concreto de las dos tesis de investigación que adiciona vidrio y dos tesis PET en el concreto para el uso de pavimentos.

### **Muestra**

Parte o subconjunto de la población dentro de la cual deben poseer características que se reproducen de la manera más exacta.<sup>98</sup>

La muestra será el ensayo al asentamiento de concreto, ensayo a la compresión y ensayo a la flexión.

### **Muestreo**

El muestreo por juicio o criterio de investigación pertenece a las formas asumidas por el muestreo no probabilístico, que generalmente se da en las investigaciones experimentales.<sup>99</sup>

En el presente trabajo se realizará el muestreo no probabilístico donde se analizará los ensayos de las propiedades del concreto de las tesis de investigación.

## **3.4- Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **Técnica:**

La técnica de investigación es un procedimiento o forma particular de obtener los datos o información.<sup>100</sup>

La técnica utiliza para el presente trabajo de investigación es el análisis documental donde se recopilará información de los datos de las variables de interés y para procesar la información se utilizará la hoja de cálculos de Excel y las fichas de registros.

El análisis de documentos incluye extraer algunos conceptos de documentos mediante análisis y procesos inteligentes, y expresarlos de una manera simple y compresible.<sup>101</sup>

### **Instrumento:**

---

<sup>98</sup> (PALELLA, y otros, 2006 pág. 93)

<sup>99</sup> (ÑAUPAS, y otros, 2014 pág. 253)

<sup>100</sup> (ARIAS, 2012 pág. 67)

<sup>101</sup> (RUVALCABA, 2019 pág. 145)

El instrumento es un recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables.<sup>102</sup>

El instrumento a utilizar es la ficha de registro, laptop para la recopilación de datos.

#### **Validez:**

La validez es la cualidad de una prueba que hace aquello para lo cual se diseñó.<sup>103</sup>

Para el presente trabajo la validez es de contenido donde se va a recopilar la información y analizará para determinar el propósito de la investigación

#### **Confiabilidad:**

Es el grado con la cual el instrumento prueba su consistencia por el resultado al aplicarlo varias veces al objeto de estudio.<sup>104</sup>

Se basa en la recopilación de datos de los trabajos de investigación que se representa y sustenta en los resultados.

### **3.5- Procedimientos**

Consistió en la aplicación de recopilación de datos que permitió describir el uso y comparación de datos basados en la capacidad de caracterizar e interpretar dichos datos mediante los resultados de las variables.

### **3.6- Método de Análisis de datos**

Se realiza la recolección de información de las tesis de investigación de los resultados promedios obtenidos y mediante comparativos se evaluará las propiedades del concreto con la adición de vidrio y PET reciclado.

### **3.7- Aspectos éticos**

Para la presente investigación se ha utilizado la ficha bibliografías con sus respectivos datos, se respeta el derecho de autor; y de esta misma manera se respetará la veracidad de los datos obtenidos en las tesis de investigación.

---

<sup>102</sup> (HÉRNANDEZ, y otros, 2014 pág. 199)

<sup>103</sup> (SALKIND, 1999 pág. 125)

<sup>104</sup> (LANDEAU, 2007 pág. 81)

## IV- RESULTADOS

### 4.1 Descripción de la zona de estudio

Nombre de la tesis:

“Propiedades mecánicas del concreto adicionando vidrio y PET reciclado en el uso de pavimentos rígidos, Lima 2019.”

#### Ubicación Política

El área de estudio se encuentra en la región metropolitana de Lima, que se encuentra en la costa central, limita al oeste con la provincia constitucional del Callao y el Océano Pacífico, al norte con la provincia de Huaral, al este con la provincia de la provincia de Canta y Huarochirí, al sur con la provincia de Cañete

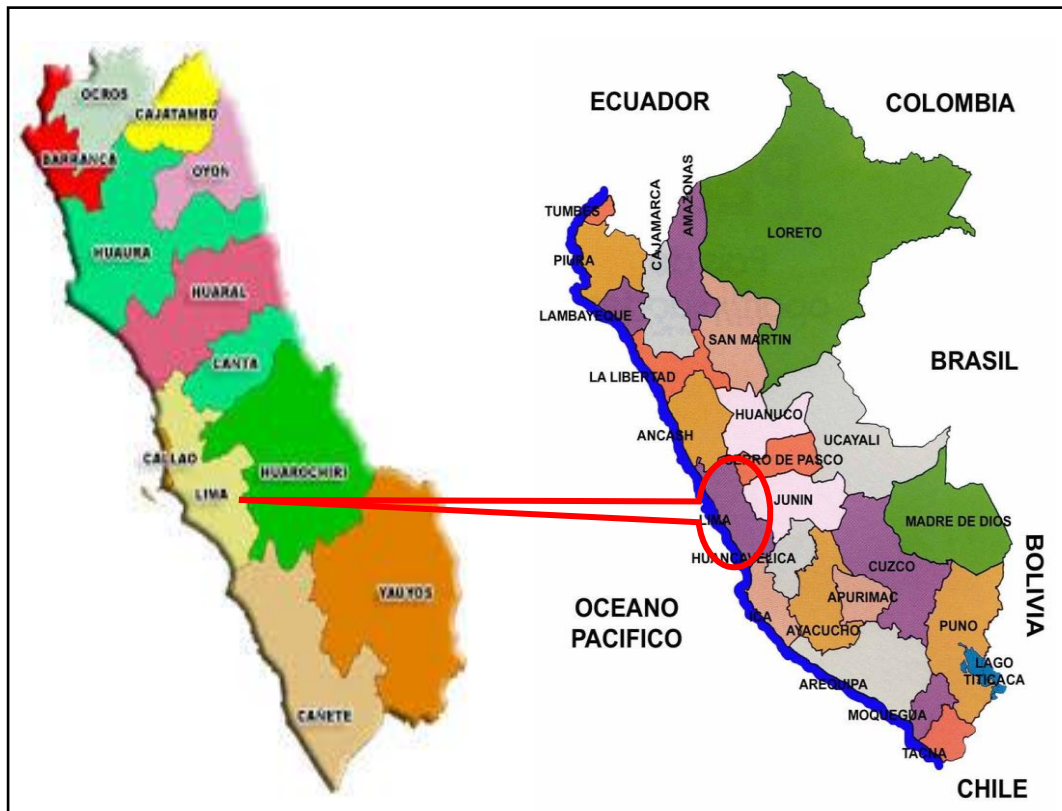


Figura 8. Mapa político del Perú y de Lima.

## Ubicación del proyecto

Zona de estudio Lima metropolitana



Figura 9. Ubicación del proyecto

## Clima

El clima es variado, templado, húmedo y con alta nubosidad en el invierno en la zona costera, donde las precipitaciones son escasas y se producen generalmente en forma de garúa o lloviznas, solo en años excepcionales y durante el verano ocurren fuertes lluvias que generalmente son de corta duración.



## Ubicación Geográfica

El área de estudio se encuentra en la región metropolitana de Lima, que se encuentra en la región central y occidental del territorio peruano, y abarca áreas interandinas y costeras. Sus coordenadas geográficas están entre  $10^{\circ} 16' 18''$  y  $13^{\circ} 19' 16''$  latitud sur y  $75^{\circ} 30' 18''$  y  $77^{\circ} 53' 02''$  longitud oeste.

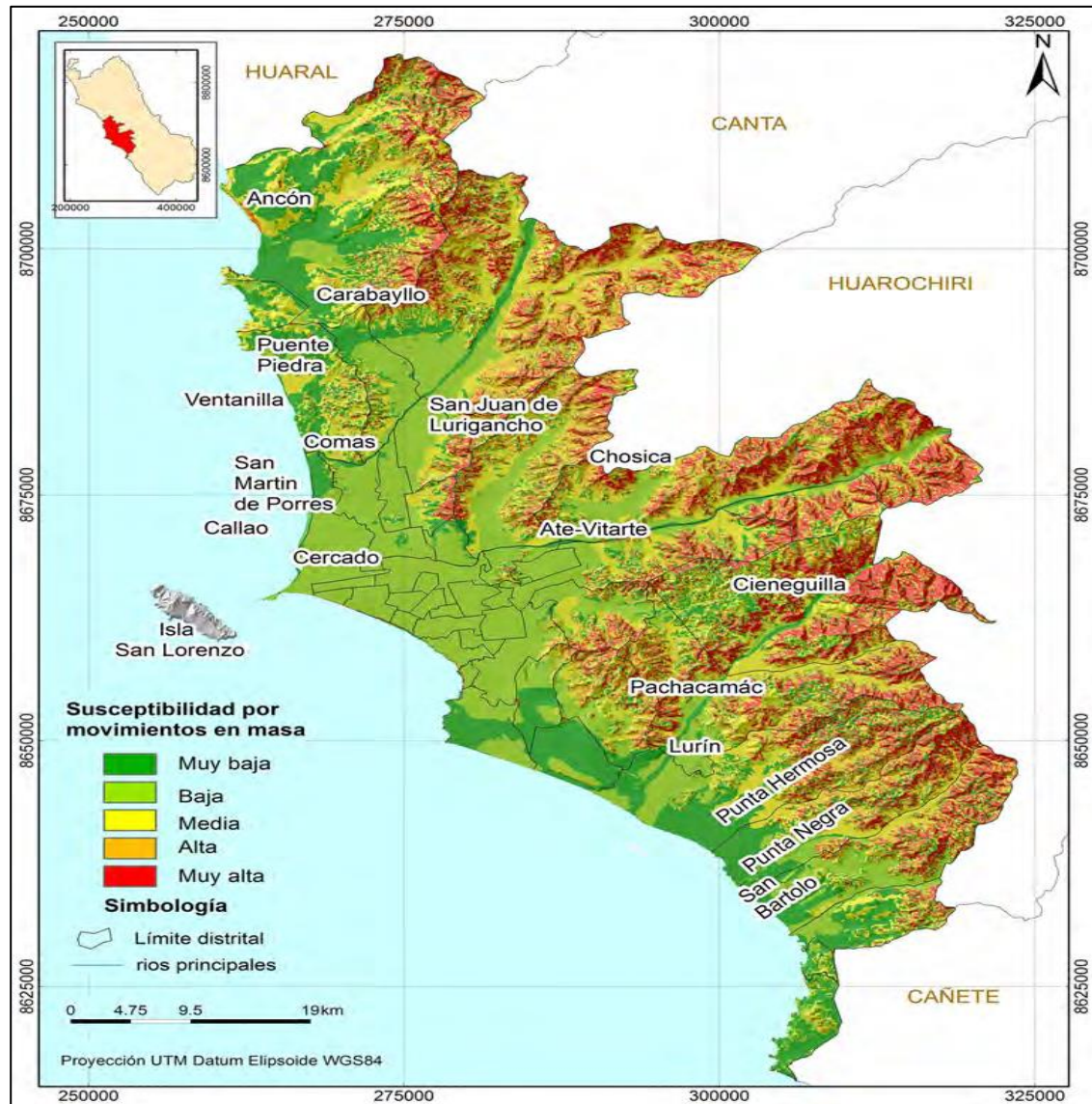


Figura 10. Ubicación geográfica del proyecto.

## 4.2 Resultado de investigación

A continuación, los resultados que se muestran se basan en la recopilación de trabajo de investigación de diferentes autores se analiza y compara para determinar la influencia con adición de vidrio y PET reciclado en el concreto.

**Tabla 5.** Estudio de análisis de datos.

Elemento	Autor	Nombre de Tesis	Universidad	Año	
VIDRIO	Tesis 1	Ochoa Tapia Luis Miguel	Evaluación de la influencia del <b>vidrio reciclado molido</b> como reducto de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en <b>pavimentos</b> urbanos.	Universidad Señor de Sipán	2018
	Tesis 2	Lobatón Estrada José Alejandro	Influencia del <b>vidrio triturado</b> en la resistencia a la flexión del concreto estructural para <b>pavimentos rígidos</b> en la ciudad de Huancavelica 2018	Universidad Nacional de Huancavelica	2018
PET	Tesis 3	Esquivel Delgado Pedro Jonathan y Ticliahuanca Mendoza Marian Gianella	Resistencia y agrietamiento por contracción del concreto para <b>pavimentos rígidos</b> con incorporación de fibras <b>"PET"</b>	Universidad nacional de Jaén	2019
	Tesis 4	Josue David Pablo Luis	Evaluación de la influencia de las fibras de <b>polietileno</b> en el diseño, construcción y durabilidad de <b>pavimento de concreto</b> en la ciudad de Cerro de Pasco - 2017	Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión	2017

Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis de los datos de las tesis de investigación se tiene dos tesis que adicionan en porcentaje el vidrio reciclado molido y dos tesis que adicionan en porcentaje las fibras de PET reciclado.

**Tesis 1:** Consistió en la evaluación de la influencia del vidrio reciclado a través de la Malla N° 4 en el diseño de la mezcla de concreto de  $f'c = 175 \text{ kg / cm}^2$ ,  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$  y  $f'c = 280 \text{ kg / cm}^2$ , para pavimento urbano, para este propósito, realizó una prueba de concreto fresco y endurecido donde agregó diferentes porcentajes de vidrio molido 10%, 20% y 30% comparándolo en características con el concreto patrón en diferentes tiempos de curado 7, 14, 21 y 28 días.

**Tesis 2:** Tuvo como objetivo evaluar la resistencia a la flexión de una mezcla de  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  para ello utilizó el 10% de vidrio reciclado en cuatro muestras pasante de la malla N° 4, N° 8, N° 16 y N° 30 (molido, semimolido, tamizado y granular) y hacer una comparación con el concreto patrón con el fin de determinar cuál de las muestras aporta mayor resistencia en los tiempos de curado de 7, 14 y 28 días; además se hizo ensayo de compresión, así como ensayos al concreto fresco.

**Tesis 3:** Tiene como finalidad mejorar las propiedades del concreto con la adición de fibras de PET para el uso en pavimentos rígidos utilizó diferentes porcentajes 0.03%, 0.05% y 0.07% teniendo un tamaño: ancho de 1 – 2 mm y largo de 20 mm la fibra para ello se realizó ensayos de compresión y flexión donde se realiza las comparaciones con el concreto patrón en tiempo de curado de 7, 14 y 28

**Tesis 4:** Consistió en mejorar las propiedades del concreto mediante las fibras de Polietileno obtenidas del reciclaje de botellas plásticas para ello utilizó diferentes dosis de fibra de polietileno de 500gr, 100gr, 1500gr y 2000gr que en porcentaje sería 0.03%, 0.59%, 0.89% y 1.18% respectivamente teniendo un tamaño: ancho de 3 mm y largo 40 mm la fibra; se realizó ensayo de compresión y flexión comparándolos con el concreto patrón con tiempo de curado de 7 y 28 días.

### 4.3 Ensayo al asentamiento del concreto NTP 339.035

**Tabla 6.** Asentamiento de concreto con la 1era. adición al 10% de vidrio molido

Slump (cm)		
Resistencia	0%	10%
1era adición al 10% vidrio molido	10.16	3.15

Fuente: Basado en los datos del tesista Ochoa.

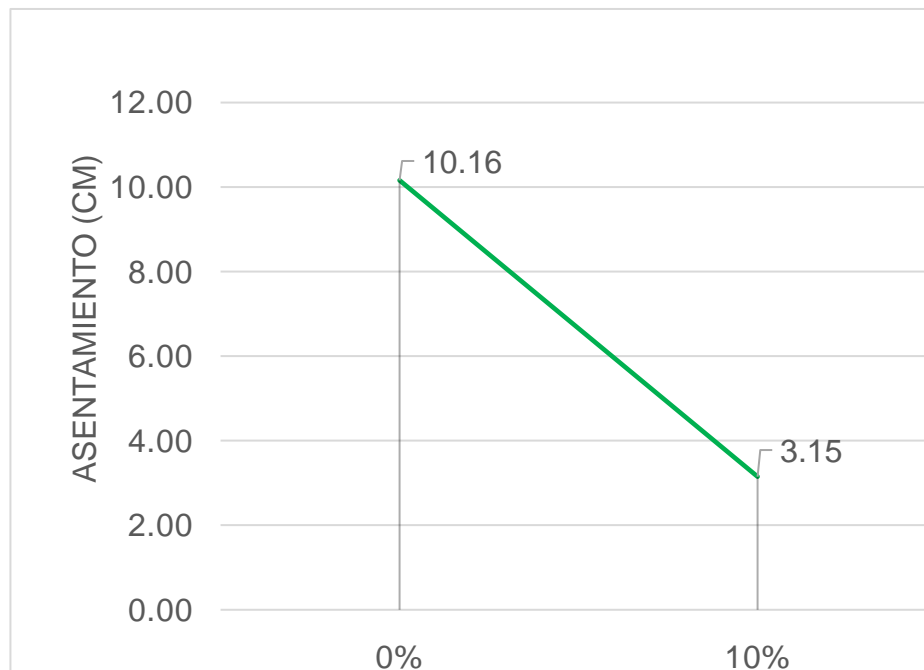


Figura 11. Asentamiento de concreto con la 1era. adición al 10% de vidrio molido.

Fuente: Basado en los datos del tesista Ochoa.

**Interpretación:** Como se observa en la figura en el ensayo de asentamiento de concreto con la 1era. adición de vidrio molido de 0% y 10% de 4.75mm el asentamiento disminuyo con respecto al concreto patrón dando como resultado de 10.16 cm con el 0% y 3.15 cm con el 10% la cual indica que tuvo una consistencia plástica en el concreto encontrándose dentro del rango para diseño de pavimentos.

**Tabla 7.** Asentamiento de concreto con la 2da. adición al 10% de vidrio molido.

Slump (cm)		
Resistencia	0%	10%
2da adición al 10% vidrio molido	7.50	5

Fuente: Basado en los datos del tesista Lobatón.

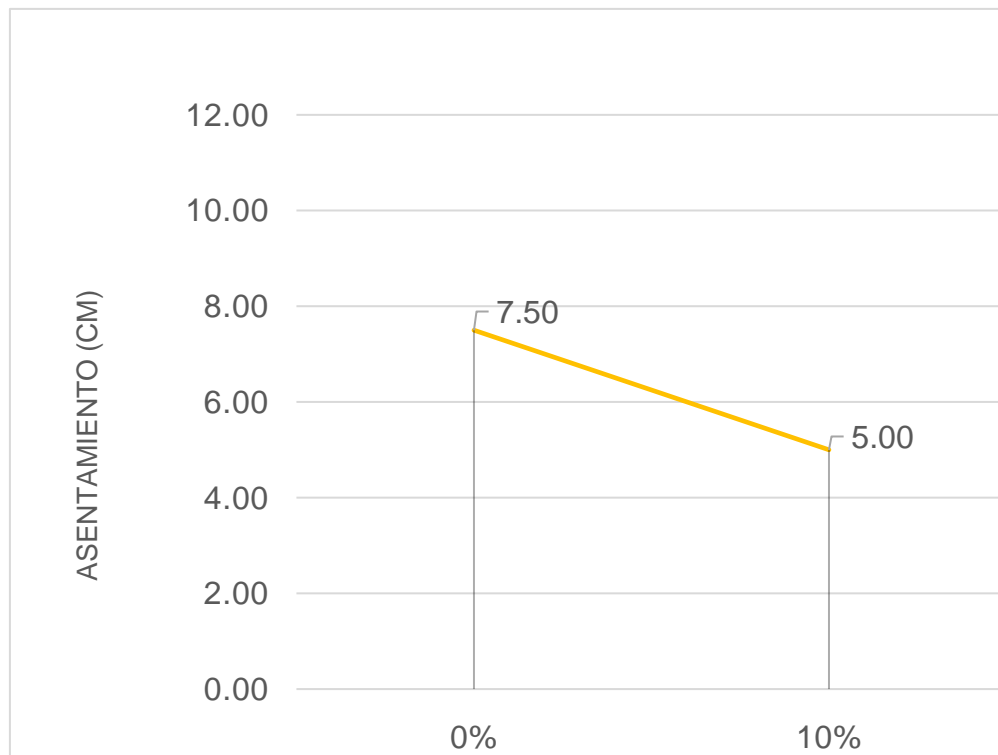


Figura 12. Asentamiento de concreto con la 1era. adición al 10% de vidrio molido.

Fuente: Basado en los datos del tesista Lobatón.

**Interpretación:** Como se puede observar en la figura con la 2da. adición del 10% de vidrio molido reciclado de 4,75mm el asentamiento de concreto disminuye con respecto al concreto patrón teniendo como resultado 7,5 cm con el 0% y 5cm con el 10%, dado el resultado en el asentamiento de 5 cm su consistencia del concreto es plástica la cual se encuentre dentro del rango para el diseño de pavimentos.

**Tabla 8.** Comparación de asentamientos de concreto con la 1era. y 2da. adición de 10% de vidrio molido

Slump (cm)		
Resistencia $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$	0%	10%
1era adición al 10% vidrio molido	10.16	3.15
2da adición al 10% vidrio molido	7.50	5.0

Fuente: Elaboración propia.

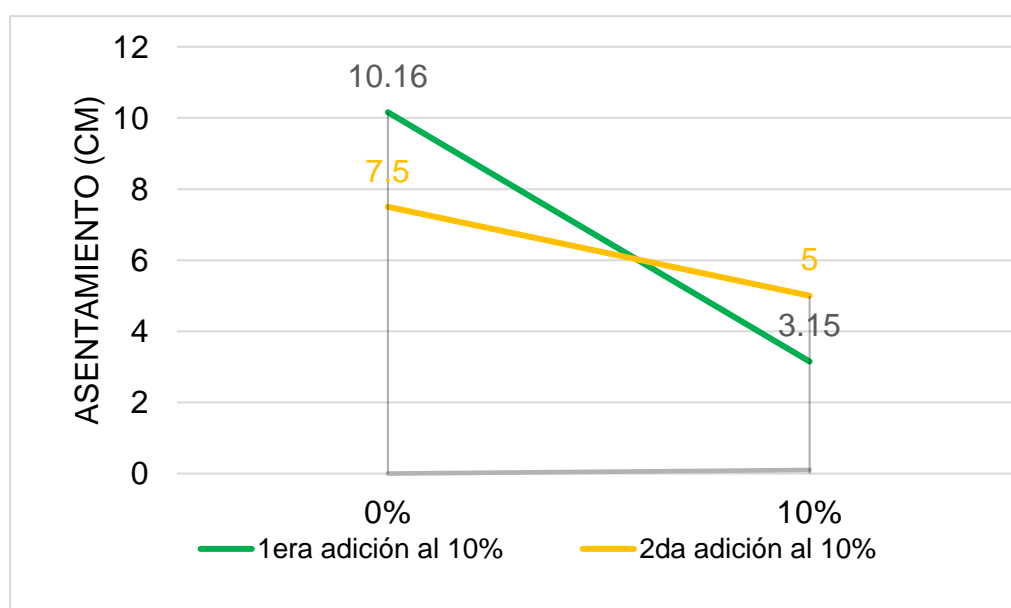


Figura 13 Comparación de Asentamientos de concreto con la 1era. y 2da. adición de 10% de vidrio molido

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** cómo se observa en la figura se realizó la comparación con las dos adiciones de vidrio molido reciclado al 10% en ambas con esta misma adición disminuyó el asentamiento del concreto donde se obtuvo como resultado en la primera de 10,16 cm con el 0% y 3,15 cm con el 10% la cual representó una disminución del asentamiento en un 68% y con la segunda de 7,5 cm con el 0% y 5 cm con el 10% la cual representó una disminución del asentamiento en un 33%. Por lo tanto, con la segunda adición al 10% de vidrio molido reciclado se tiene una menor disminución en el asentamiento del concreto y su consistencia se encuentra dentro del rango para el diseño de pavimentos.

**Tabla 9.** Asentamiento de concreto de fibras de PET de 1 a 2mm x 20mm

Slump (cm)				
Resistencia	0%	0.03%	0.05%	0.07%
PET de 1 a 2mm x 20mm	14.75	11.88	11.25	8.60

Fuente: Basado en los datos del tesista Esquivel & Ticliahuanca.

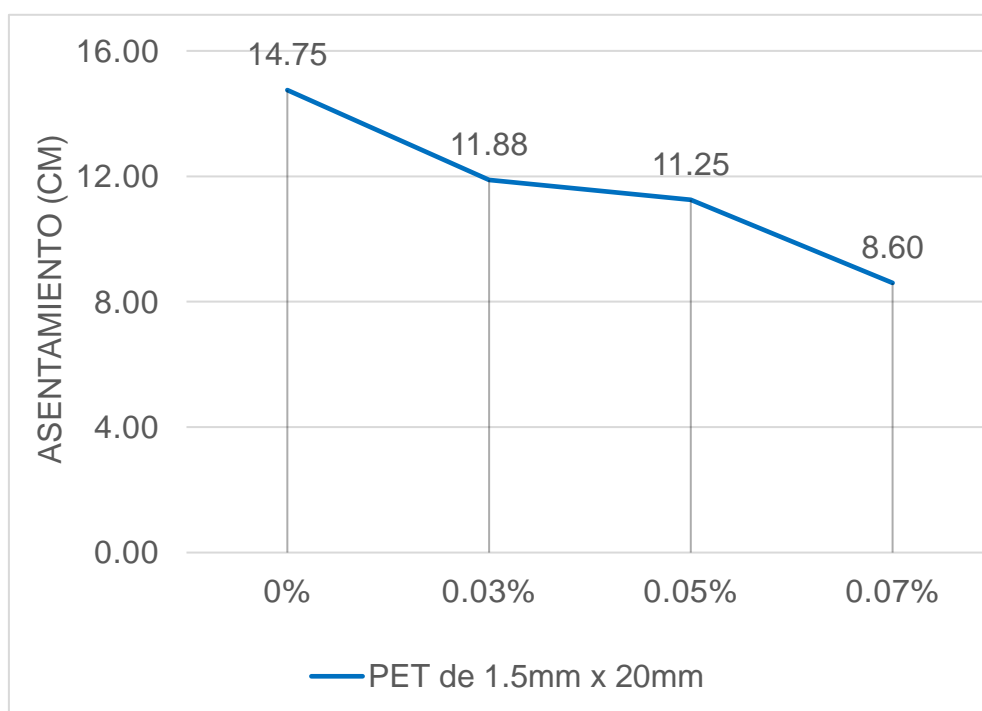


Figura 14. Asentamiento de concreto con fibras de PET de 1 a 2mm x 20mm

Fuente: Basado en los datos del tesista Esquivel & Ticliahuanca.

**Interpretación:** Como se observa en la figura con la adición de fibra de PET de 1 a 2 mm x 20 mm en el ensayo de asentamiento de concreto con las adiciones de fibra de PET disminuyó con respecto al concreto patrón obtenido como resultado promedio de 8 muestras lo siguiente 14,75 cm con el 0%, 11,88 cm con el 0,03%. 11,2 cm con 0,05% y 8,60 cm con 0,07% por lo cual hace referencia a que a mayor adición de fibras de PET menor será el asentamiento del concreto.

**Tabla 10.** Asentamiento de concreto de fibras de PET de 3mm x 40mm

Slump (cm)				
Resistencia	0%	0.03%	0.06%	0.09%
PET de 3mm x 40mm	7.62	6.99	6.99	6.99

Fuente: Basado en los datos del tesista Josue.

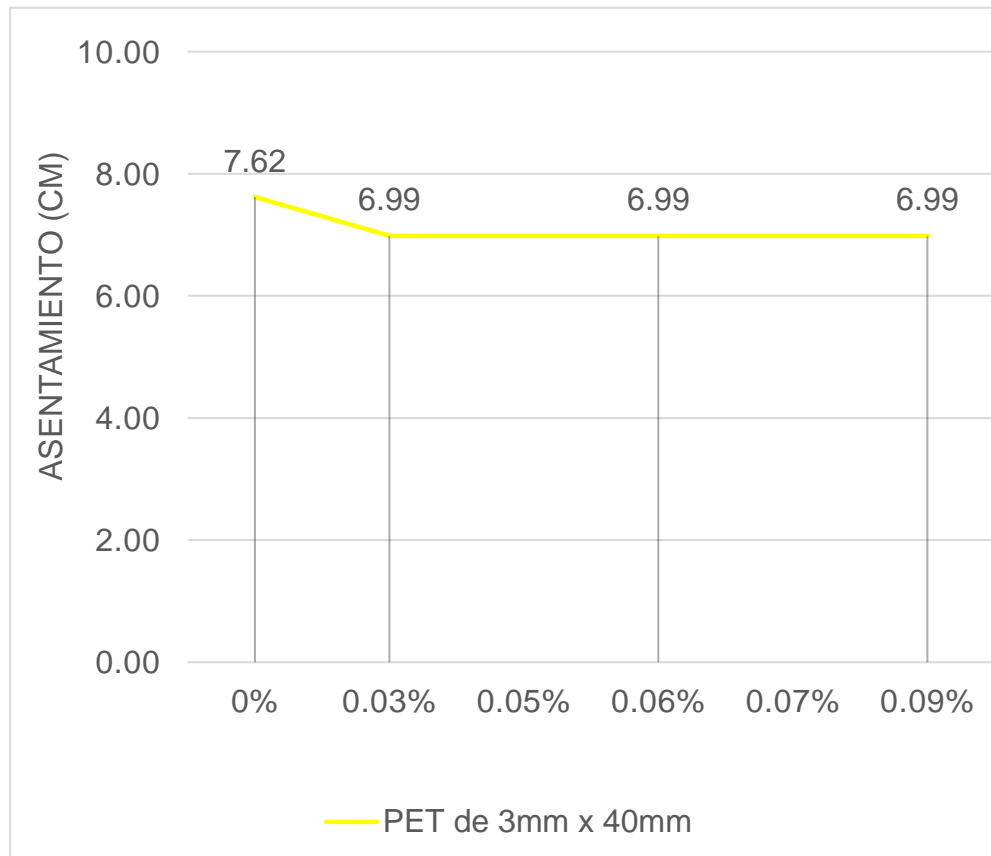


Figura 15. Asentamiento de concreto de fibras de PET de 3mm x 40mm

Fuente: Basado en los datos del tesista Josue.

**Interpretación:** Como se observa en la figura en el ensayo de asentamiento de concreto con fibra de PET de 3mm x 40mm en resultados promedio de 3 muestra se obtuvo un asentamiento de 7.62 cm con el 0% y 6.99 cm con el 0.03%, 0.06% y 0.09% por lo que hubo una disminución con respecto al concreto patrón y esto se puede asociar al tamaño de fibras empleado en este ensayo.



**Tabla 11.** Comparación de asentamiento de concreto de fibras de PET de 1 a 2mm x 20mm y 3mm x 40mm

Slump (cm)						
%	0%	0.03%	0.05%	0.06%	0.07%	0.09%
PET de 1 a 2mm x 20mm	14.75	11.88	11.25		8.60	
PET de 3mm x 40mm	7.62	6.99		6.99		6.99

Fuente: Elaboración propia.

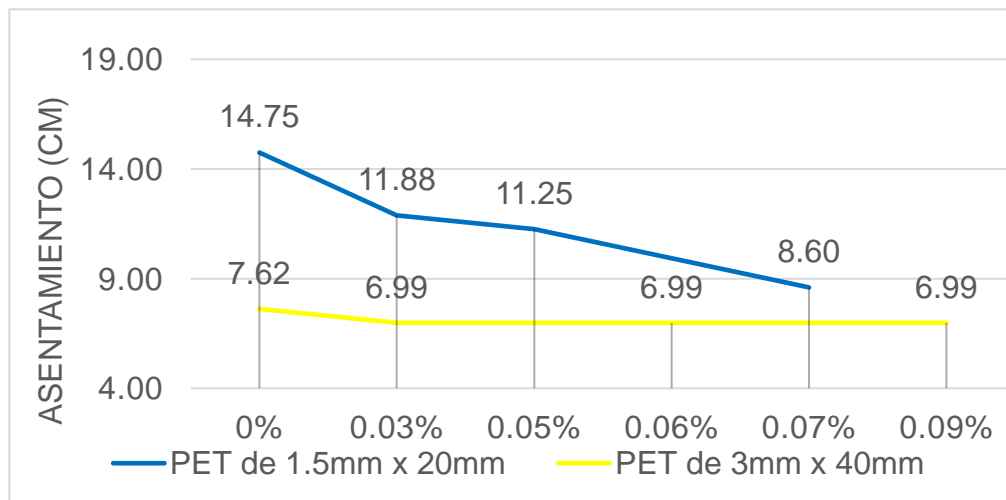


Figura 16. Comparación de asentamiento de concreto de PET de 1 a 2mm x 20mm y PET de 3mm x 40mm

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Se realizó la comparación del asentamiento de concreto con adición de fibra de 1 a 2mm x 20mm en 0%, 0.03%, 0.05% y 0.07% y con la de fibra de 3mm x 40mm en adiciones de 0%, 0.03%, 0.06% y 0.09% como se puede observar con ambas adiciones el asentamiento de concreto disminuyó con respecto al concreto patrón con fibra de 1 a 2mm x 20mm en 20% con PET de 0.03%, 24% con PET de 0.05% y 41% con PET de 0.07% y con la fibra de 3mm x 40mm en 8% con PET de 0.03%, 0.06% y 0.09%; teniendo así una notable disminución con la adición de 0.07% de fibras de PET. Con ambas adiciones de PET de 1 a 2mm x 20mm y 3mm x 40mm su consistencia de concreto se encontró dentro del rango para el diseño de pavimento, pero con la adición de PET de 3mm x 40mm se obtuvo una menor disminución la cual estaría cumpliendo con unas de las características que debe cumplir un diseño de concreto.

### 3.3 Ensayo a la resistencia de compresión NTP 339.034

**Tabla 12.** Ensayo de compresión de la 1era. adición de 10% de vidrio molido

TESTIGO		Edades	
N°	ELEMENTO	7 días	28 días
1	Adición de 0% de vidrio	212.03	286.99
2	1era adición de 10% de vidrio molido	215.41	287.89

Fuente: Basado en los datos del tesista Ochoa.

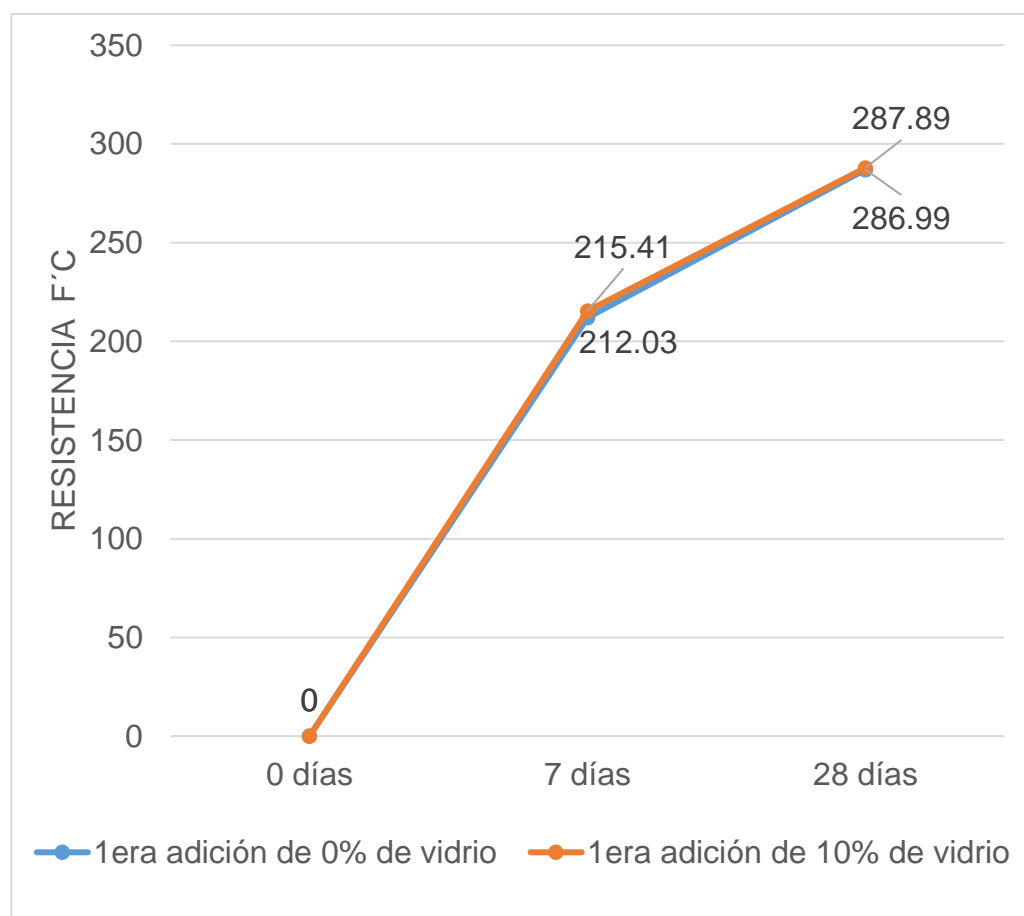


Figura 17. Ensayo de compresión de la 1era. adición de 10% de vidrio molido

Fuente: Basado en los datos del tesista Ochoa.

**Interpretación:** como se observa en la figura en el ensayo a compresión de concreto con la adición de vidrio molido reciclado de 0% y 10% de 4.75mm se obtuvo como resultado a los 7 días 212.03 kg/cm<sup>2</sup> con el 0% y 215.41 kg/cm<sup>2</sup> lo que represento un aumento de 1.6% en la resistencia a compresión y como resultados a los 28 días 286.99 kg/cm<sup>2</sup> con el 0% y 287.89 con el 10% lo que represento un aumento en la resistencia a la compresión de 0.3% con respecto al concreto patrón y 2% con respecto al concreto de diseño notándose que con la adición de vidrio molido reciclado alcanzó la misma resistencia de un concreto tradicional.

**Tabla 13.** Ensayo de compresión de la 2da. adición de 10% de vidrio molido

TESTIGO		Edades	
N°	ELEMENTO	7 días	28 días
1	Adición de 0% de vidrio	185.90	203
2	2da. adición de 10% de vidrio molido	294.06	350

Fuente: Basado en los datos del tesista Lobatón.

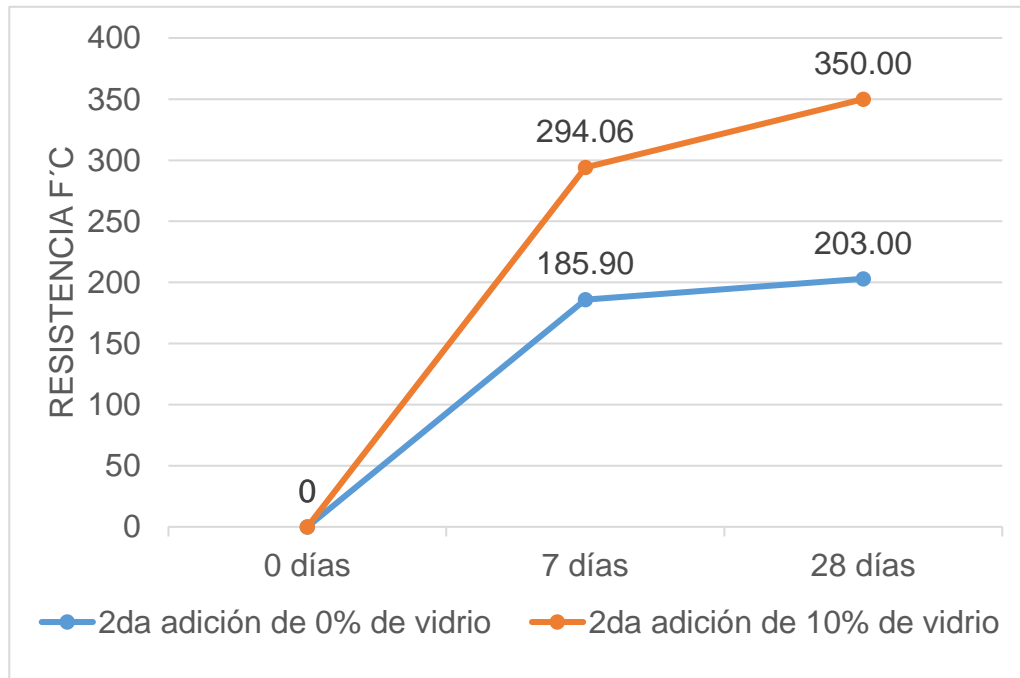


Figura 18. Ensayo a la compresión de la 2da. adición de 10% de vidrio molido

Fuente: Basado en los datos del tesista Lobatón.

**Interpretación:** como se observa en la figura en el ensayo a compresión de concreto con la adición de vidrio molido reciclado de 0% y 10% de 4.75mm se obtuvo como resultado a los 7 días 185.90 kg/cm<sup>2</sup> con el 0% y 294.06 kg/cm<sup>2</sup> lo que represento un aumento de 58% en la resistencia a compresión y como resultados a los 28 días 203 kg/cm<sup>2</sup> con el 0% y 350 kg/cm<sup>2</sup> con el 10% lo que represento un aumento en la resistencia a la compresión de 72% con respecto al concreto patrón y 25% con respecto al concreto de diseño siendo aceptable la incorporación de vidrio molido reciclado en el diseño de concreto

**Tabla 14.** Comparación de ensayo a la compresión de la 1era y 2da. adición de 10% de vidrio molido

TESTIGO		Edades	
N°	Elemento	7 días	28 días
1	0% de vidrio	212.03	286.99
2	0% de vidrio	185.90	203
3	1era. adición de 10% de vidrio molido	215.41	287.89
4	2da. adición de 10% de vidrio molido	294.06	350

Fuente: Elaboración propia.

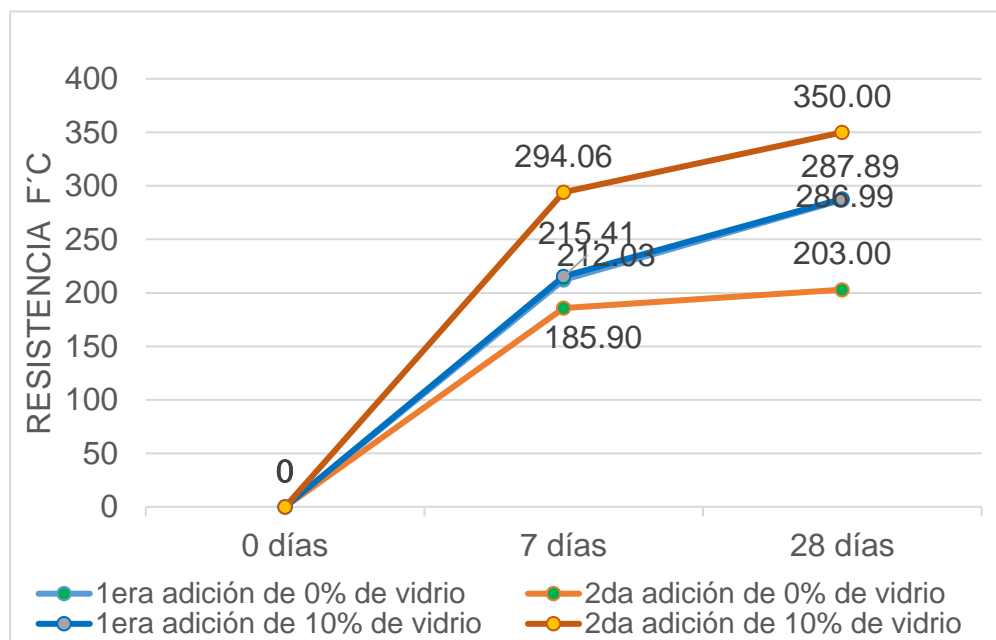


Figura 19. Comparación de ensayo a la compresión de la 1era. y 2da. adición de 10% de vidrio molido.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación** Cómo se observa en la figura se realizó la comparación con las dos adiciones de vidrio molido reciclado al 10% de 4.75 mm donde con la primera se logró un aumento a la resistencia a la compresión de 1.6% y 0.3% con respecto al concreto patrón y en la otra alcanzó un aumento a la resistencia de 58% y 72% a edades de 7 y 28 días respectivamente siendo esta última la que obtuvo mejores resultados con la adición de vidrio molido reciclado al 10% y por la cual cumple con una de las principales características para el diseño de concreto. En la comparación con ambas adiciones existe mucha diferencia en los resultados obtenidos en el ensayo a la resistencia de compresión y esto se puede asociar a varios factores donde se compromete la variación de resultado y estos factores no siempre están relacionados con el diseño del concreto sino que son fortuitos como la calidad de los materiales, la compactación y el curado de especímenes, la importancia de las personas calificadas y de experiencia; además de los factores fortuitos hay factores que están relacionados con las propiedades constituyentes del concreto como la relación de agua / cemento, poca uniformidad de la granulometría y confección de las probetas.

**Tabla 15.** Ensayo de compresión de la fibra PET de 1 a 2mm x 20mm

TESTIGO		Edades	
N°	Adición	7 días	28 días
1	0% de PET	357.99	414.98
2	0.03% de PET	358.37	417.16
3	0.05% de PET	360.41	427.31
4	0.07% de PET	357.86	457.41

Fuente: Basado en los datos del tesista Esquivel & Ticlahuanca.

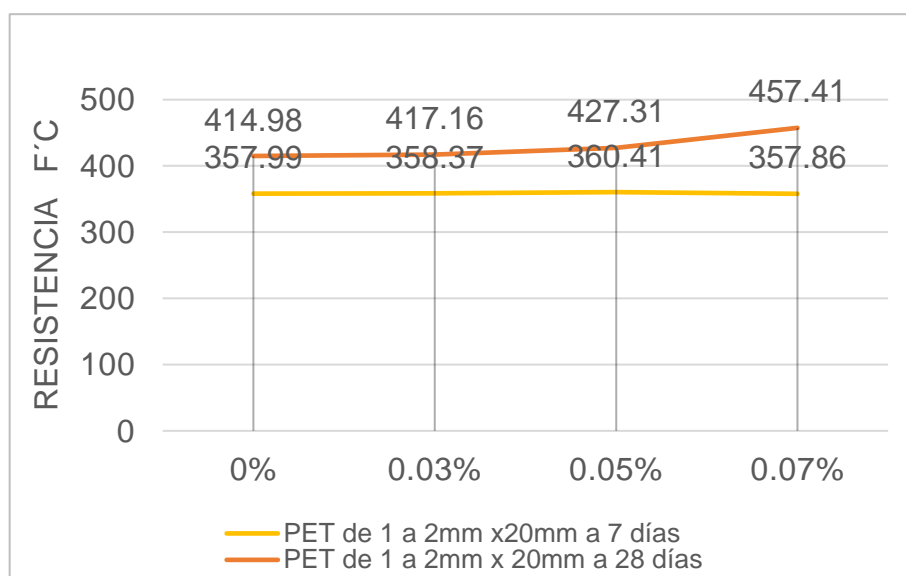


Figura 20. Ensayo a la compresión de la fibra PET de 1 a 2mm x 20mm

Fuente: Basado en los datos del tesista Esquivel & Ticliahuanca.

**Interpretación:** como se observa en la figura en el ensayo a compresión de concreto con la adición de fibra de PET de reciclado de 1 a 2mm x 20mm se obtuvo como resultado a los 7 días 357 kg/cm con el 0%, 358.37 kg/cm<sup>2</sup> con el 0.03%, 360.41 kg/cm<sup>2</sup> y 357.86 kg/cm<sup>2</sup> con el 0.05% lo que representa un aumento con respecto al concreto patrón en adiciones de 0.03% y 0.05% y como resultado a los 28 días 414.98 kg/cm<sup>2</sup> el 0%, 417.16 kg/cm<sup>2</sup> con el 0.03%, 427.31 kg/cm<sup>2</sup> con el 0.05% y 457.41 con el 0.07% que representa un aumento a la resistencia a la compresión de 3% y 10% en adiciones de 0.05% y 0.07% con respecto al concreto patrón y 49% y 53% con respecto al concreto de diseño.

**Tabla 16.** Ensayo de compresión con fibras de PET de 3mm x 40mm

TESTIGO		Edades	
N°	Adición	7 días	28 días
1	0% de PET	206.09	312.56
2	0.03% de PET	199.26	299.06
3	0.06% de PET	204.21	319.32
4	0.09% de PET	199.71	305.46

Fuente: Basado en los datos del tesista Josue.

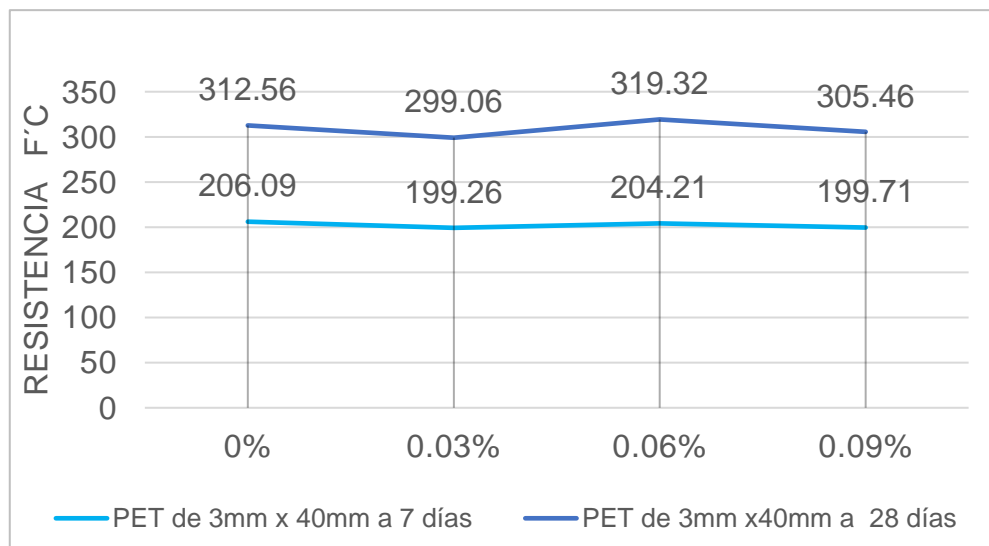


Figura 21. Ensayo a la compresión de la fibra de PET de 3mm x 40mm

Fuente: Basado en los datos del tesista Josue..

**Interpretación:** En la figura en el ensayo a compresión de concreto con la adición de fibra de PET reciclado de 3mm x 40mm se obtuvo como resultado a los 7 días 206 kg/cm con el 0%, 199.26 kg/cm<sup>2</sup> con el 0.03%, 204.21 kg/cm<sup>2</sup> con el 0.06% y 199.71 kg/cm<sup>2</sup> con el 0.09% lo que representa una disminución con respecto al concreto patrón y como resultado a los 28 días 312.56 kg/cm<sup>2</sup> con el 0%, 299.06 kg/cm<sup>2</sup> con el 0.03%, 319.32 kg/cm<sup>2</sup> con el 0.05% y 305.46 con el 0.09% que representa un aumento a la resistencia de 2% con la adición de 0.06% con respecto al concreto patrón y 14% con respecto al concreto de diseño.

**Tabla 17.** Comparación de ensayo a la compresión con fibras de 1 a 2mm x 20mm y 3mm x 40mm

TESTIGO		Edades	
N°	Adición	7 días	28 días
T-3	0% de PET	357.99	414.98
T-4	0% de PET	206.09	312.56
T-3	0.03% de PET	358.37	417.16
T-4	0.03% de PET	199.26	299.06
T-3	0.05% de PET	360.41	427.31
T-4	0.06% de PET	204.21	319.32
T-3	0.07% de PET	357.86	457.41
T-4	0.09% de PET	199.71	305.46

Fuente: Elaboración propia.

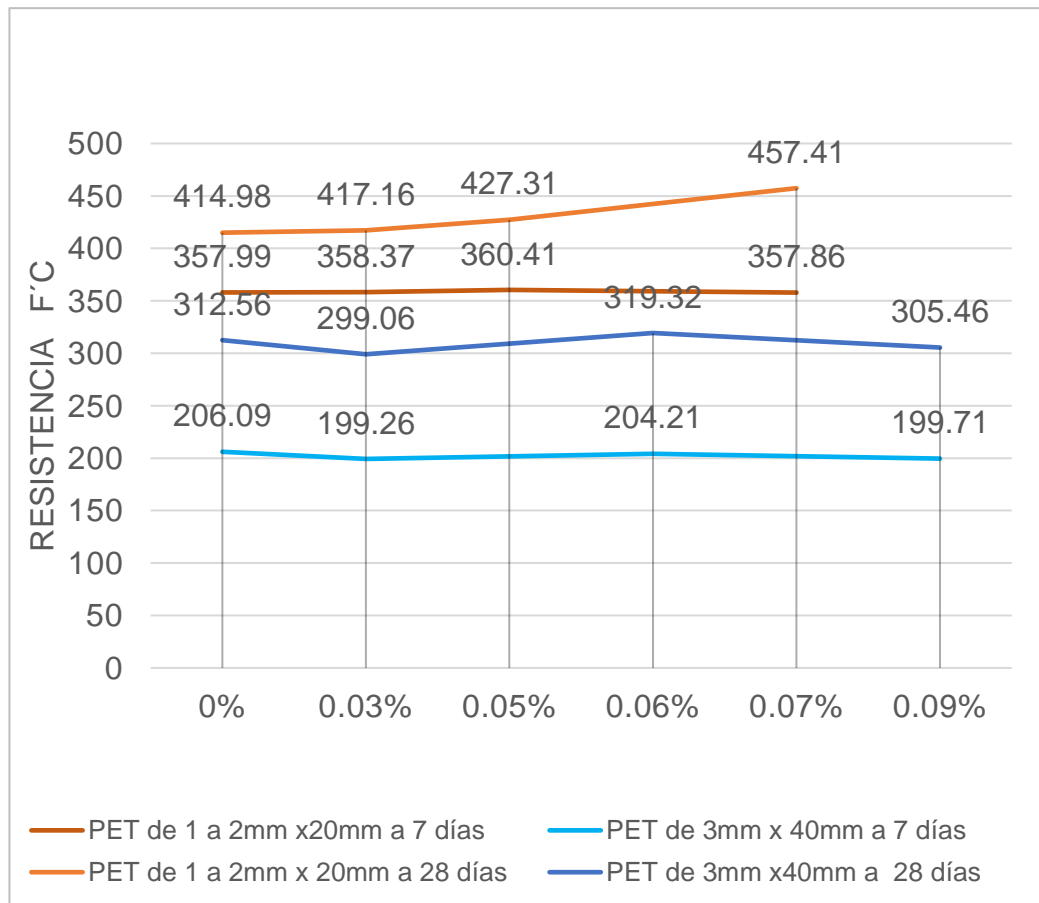


Figura 22. Comparación de ensayo a la compresión de fibras de PET de 1 a 2mm x 20mm y 3mm x 40mm

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación** Cómo se observa en la figura se comparó en el ensayo a compresión la fibra de PET de 1 a 2mm x 20mm en adiciones de 0%, 0.03%, 0.05% y 0.07% con la fibra de PET de 3mm x 40mm en adiciones de 0%, 0.03%, 0.06% y 0.09% donde se obtuvo como resultado un aumento en la resistencia a la compresión de 3% y 10% con la fibra de 1 a 2mm x 20mm con adición de 0.05% y 0.07% y un aumento en la resistencia de 2% con la fibra de 3mm x 40mm con adición de 0.06% a los 28 días con respecto al concreto patrón, con ambas adiciones de fibra de PET hubo un aumento en la resistencia del concreto pero con la fibra de PET de 1 a 2mm x 20mm se obtuvo mayores resultados con la que cumple con la resistencia adecuada para el diseño de un concreto.



### 4.3 Ensayo a la resistencia de Flexión NTP 339.078

**Tabla 18.** Ensayo a la flexión de la 2da adición del 10% de vidrio molido

TESTIGO		Edades
N°	Adición	28 días
1	0% de Vidrio	44.41
2	2da. adición de 10% de vidrio molido	45.91

Fuente: Basado en los datos del tesista Lobatón.

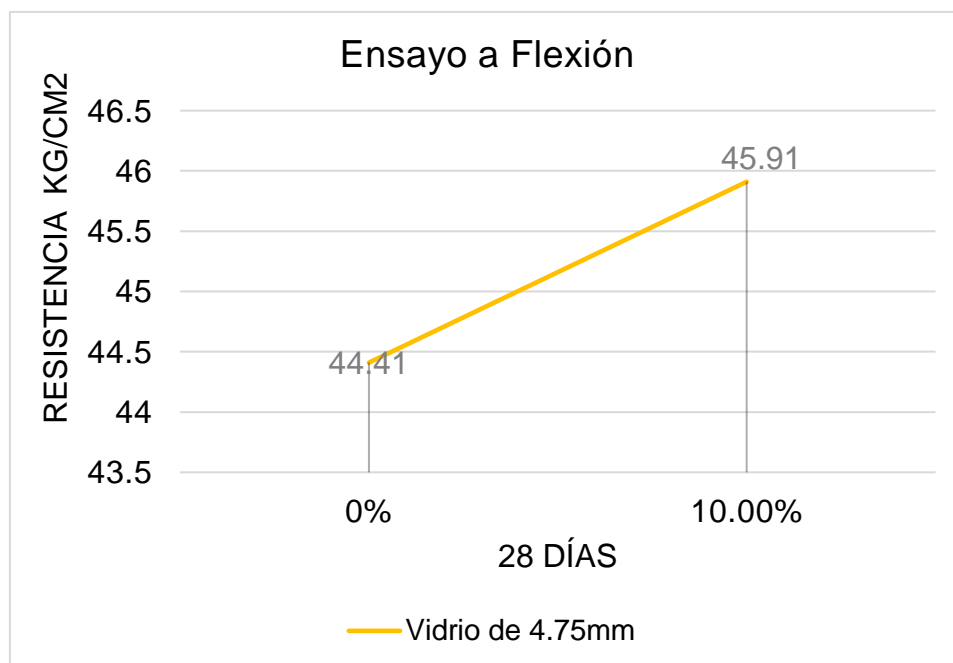


Figura 23. Ensayo a la flexión de la 2da adición del 10% de vidrio molido.

Fuente: Basado en los datos del tesista Lobatón.

**Interpretación:** En la figura en el ensayo a flexión del concreto con la 2da adición de vidrio al 0% y 10% se obtuvo como resultado 44.41 kg/cm<sup>2</sup> con el 0% y 45.91 kg/cm<sup>2</sup> con el 10% a los 28 días lo que representa un aumento de 3.4% en la resistencia con respecto al concreto patrón, por otro lado como con la 1era adición de 10% no tuvo ensayo a flexión siendo el ensayo a flexión ideal para el diseño de pavimentos se determina que con la 2da adición de 10% de vidrio molido reciclado se tuvo mejores resultados para el diseño de concreto.

**Tabla 19.** Ensayo a la flexión de la fibra de PET de 1 a 2mm x 20mm

TESTIGO		Edades
N°	Adición	28 días
1	0% de PET	45.34
2	0.03% de PET	45.93
3	0.05% de PET	54.42
4	0.07% de PET	47.62

Fuente: Basado en los datos del tesista Esquivel & Ticliahuanca.

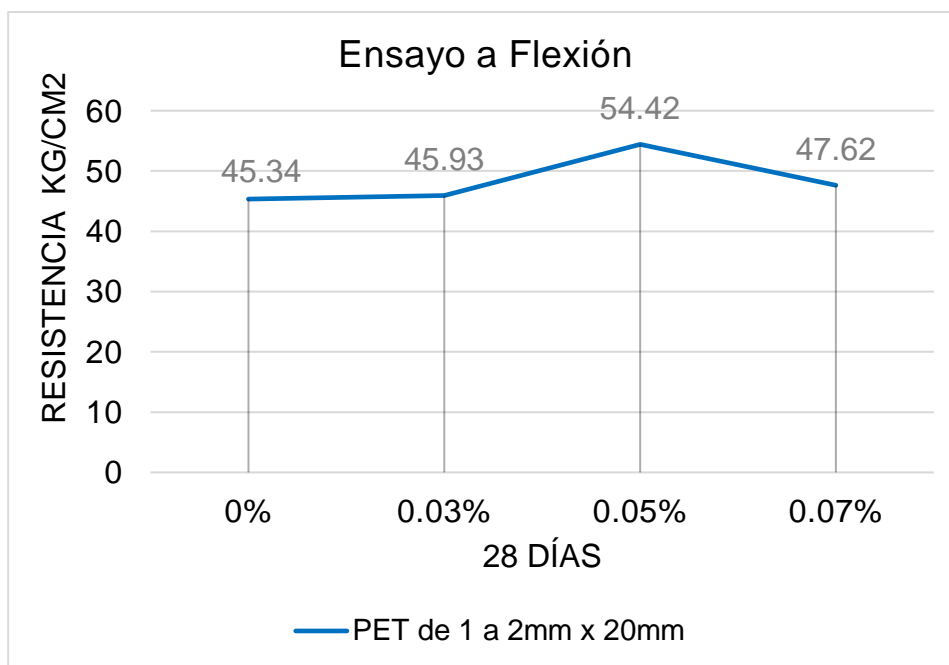


Figura 24. Ensayo a la flexión con fibras de PET de 1 a 2mm x 20mm

Fuente: Basado en los datos del tesista Esquivel & Ticliahuanca.

**Interpretación:** En la figura en el ensayo a flexión del concreto con fibra de PET de 1 a 2mm x 20mm en adiciones de 0%, 0.03%, 0.05% y 0.07% se obtuvo como resultado un aumento en la resistencia de 20% y 5% con las adiciones de 0.05% y 0.07% a los 28 días con respecto al concreto patrón notándose que con el 0.05% se alcanzó un significativo aumento en la resistencia a diferencia con la adición de 0.07% que empezó a bajar su resistencia.

**Tabla 20.** Ensayo a la flexión de las fibras de PET de 3mm x 40mm.

TESTIGO		Edades
N°	Adición	28 días
1	0% de PET	40.93
2	0.03% de PET	41.10
3	0.06% de PET	44.37
4	0.09% de PET	46.62

Fuente: Basado en los datos del tesista Josue.

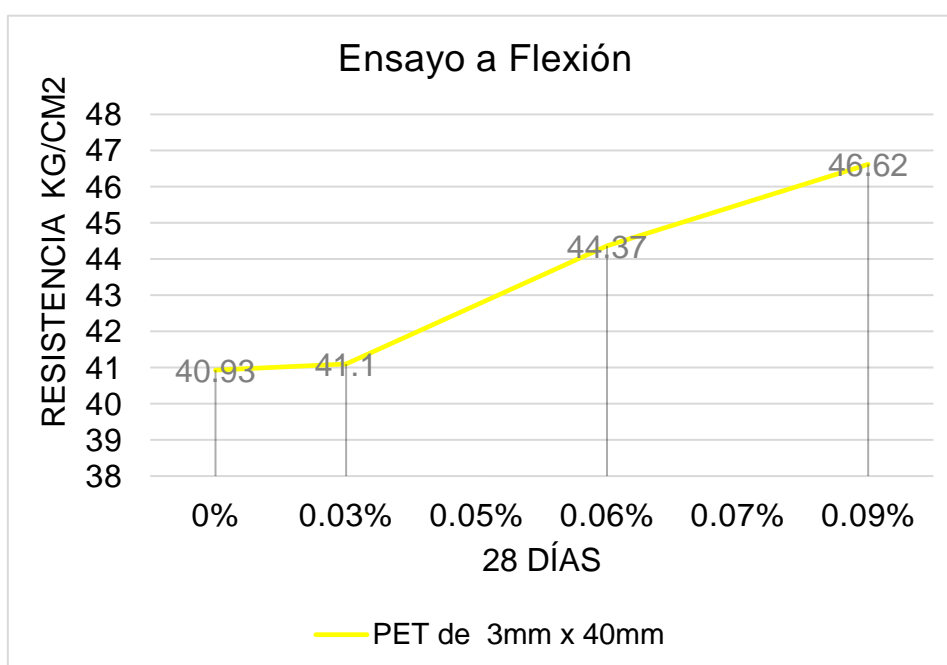


Figura 25. Ensayo a la flexión con fibras de PET de 3mm x 40mm

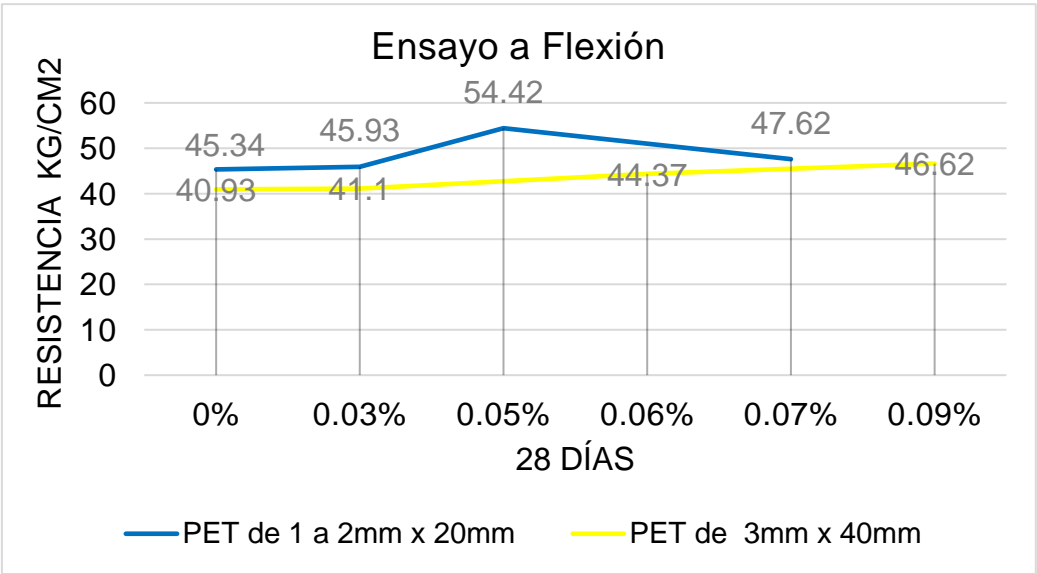
Fuente: Basado en los datos del tesista Josue.

**Interpretación:** en la figura en el ensayo de flexión de concreto con fibra de PET de 3mm x 40mm en adiciones de 0%, 0.03%, 0.06% y 0.09% se obtuvo como resultado un aumento en la resistencia de 8% y 14% con las adiciones de 0.06% y 0.09% a los 28 días con respecto al concreto patrón notándose que a mayor adición de fibra de PET aumentó su resistencia del concreto.

**Tabla 21.** Comparación de ensayo a la flexión de la fibra de PET de 1 a 2mm x 20mm y 3mm x 40mm

Ensayo a Flexión						
Elemento	0%	0.03%	0.05%	0.06%	0.07%	0.09%
PET de 1 a 2mm x 20mm	45.34	45.93	54.42		47.62	
PET de 3mm x 40mm	40.93	41.1		44.37		46.62

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 26.** Comparación del ensayo a la flexión con fibras de PET de 1 a 2mm x 20mm y 3mm x 40mm.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** En la figura se compara el ensayo a flexión del concreto con adición de fibras de PET de 1 a 2mm x 20mm con las fibras de PET de 3mm x40mm donde se obtuvo como resultado un aumento del 20%con la adición de 0.05% de la fibra PET de 1 a 2mm x20mm y un aumento de 14% con la adición de 0.09% de la fibra de PET de 3mm x40mm a los 28 con respecto a sus concreto patrón y un aumento a la resistencia de 36% con la adición de 0.05% y 17% con la adición de 0.09% con respecto a la resistencia de diseño por lo que con la adición de 0.05% de fibra de PET de 1 a 2mm x20mm obtuvo mayor resistencia en el concreto..

## V- DISCUSIÓN

Según **Guayanay & Morales** (2018) en su **ensayo al asentamiento de concreto con adición de vidrio al 10%** el asentamiento del concreto aumento con respecto al concreto patrón 9.8cm y 7.3cm respectivamente e indica que esto se debe porque el vidrio no absorbe agua y el agua que no es tomada por el vidrio lo absorbe los demás materiales o existe un exceso de agua por eso se produjo el aumento del asentamiento. **Codina** (2018) en el ensayo del asentamiento de concreto donde adiciona el 10% de vidrio reciclado recomienda reducir la cantidad de agua empleada en la mezcla para conseguir asentamientos similares al concreto patrón debido a la impermeabilidad en el vidrio. Con respecto a ello en la presente investigación hay discrepancia con la investigación de Guayanay & Morales porque el asentamiento de concreto con la misma adición de vidrio tuvo un menor asentamiento de concreto con respecto al concreto patrón donde disminuyo en un 33% la cual representa una menor trabajabilidad por lo que se asemeja a la investigación de Codina.

Para **Mestanza** (2018) en **el ensayo de asentamiento de concreto con adición de fibras PET** en adiciones de 0%,0.37%, 0.74% y 1.11% la mezclas muestran una disminución de su valor 5.5cm, 4.5cm y 1cm a medida que se aumenta el porcentaje de fibra con respecto al concreto patrón que es de 7.5cm y afirma que se debe a la geometría helicoidal de las fibras las cuales generan una mayor cohesión y así evita la segregación de las partículas además mencionó que el asentamiento influye en la trabajabilidad del hormigón teniendo una trabajabilidad media con la incorporación de la fibra. **Reyes** (2018) con adiciones de fibra de PET de 0%,0.5%, 1% y 1.5% para el ensayo de asentamiento de concreto afirma que se va disminuyendo 4cm, 3.5cm, 2.5cm y 2cm conforme aumenta el porcentaje de fibra de polietileno de tereftalato (PET) reciclado, siendo desfavorable porque no existe una buena trabajabilidad. Con respecto a ello con la adición de fibras de PET de 1 a 2mm x 20mm en el ensayo de asentamiento de concreto en la presente investigación con adiciones de fibra de PET de 0.03%, 0.05% y 0.07% también se muestra que existe una disminución de 19%, 23% y 41% a diferencia del concreto conforme se va aumentando la adición de fibra por lo tanto existe una menor trabajabilidad y esto se debe por la cohesión de la fibra del polietileno tereftalato (PET) reciclado en la mezcla.

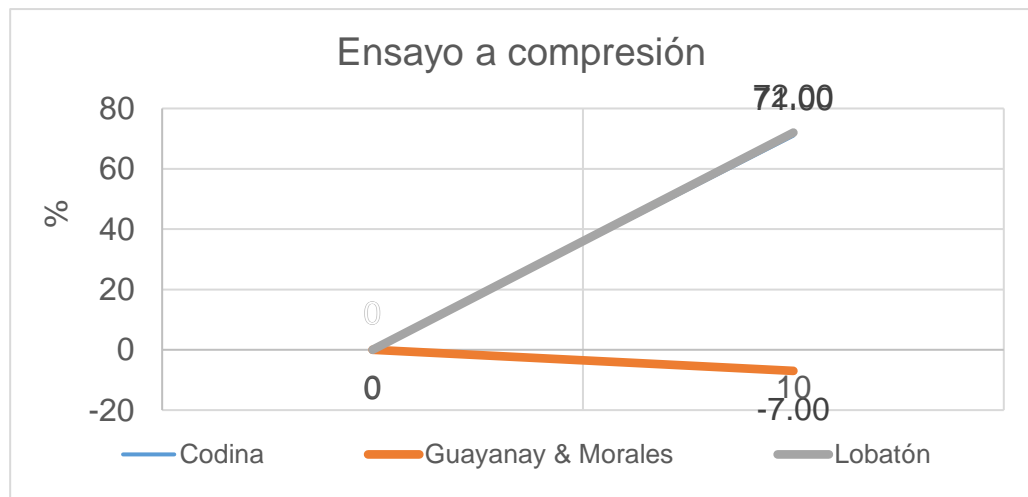


Figura 27. Comparación de los antecedentes con adición de vidrio

Fuente: Elaboración propia.

**Ensayo a compresión con adición de vidrio reciclado Guayanay & Morales** con adición al 10% como agregado fino en el diseño de mezcla de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  afirma que hubo una disminución porque obtuvo una resistencia de  $278 \text{ kg/cm}^2$  con respecto al concreto patrón que obtuvo  $299.9 \text{ kg/cm}^2$  y que este resultado representa una disminución de 7% en la resistencia a la compresión pero que el diseño es aceptable porque equivale al 98% de la resistencia requerida a los 28 días. Sin embargo, **Codina** en un diseño de mezcla de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con adición de 10% de vidrio molido reciclado indica que cumple con la resistencia proyectada y que así mismo conforme aumenta el porcentaje de vidrio la resistencia a compresión tiende a aumentar debido a que el vidrio tiene uno de sus componentes principales al óxido de silicio. En cuanto a los resultados de la presente investigación con adición de vidrio de 10% de tamaño de 4.75mm en el diseño de mezcla de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  a la edad de 28 días a diferencia de Guayanay & Morales en su ensayo a compresión se obtuvo una resistencia de  $350 \text{ kg/cm}^2$  lo que significa que hubo un aumento de 72% con respecto al concreto patrón y 25% con respecto al concreto de diseño por lo tanto es aceptable lo que se coincide con el ensayo a compresión realizado por Codina que cumple con la resistencia con la adición de vidrio por sus propiedades.

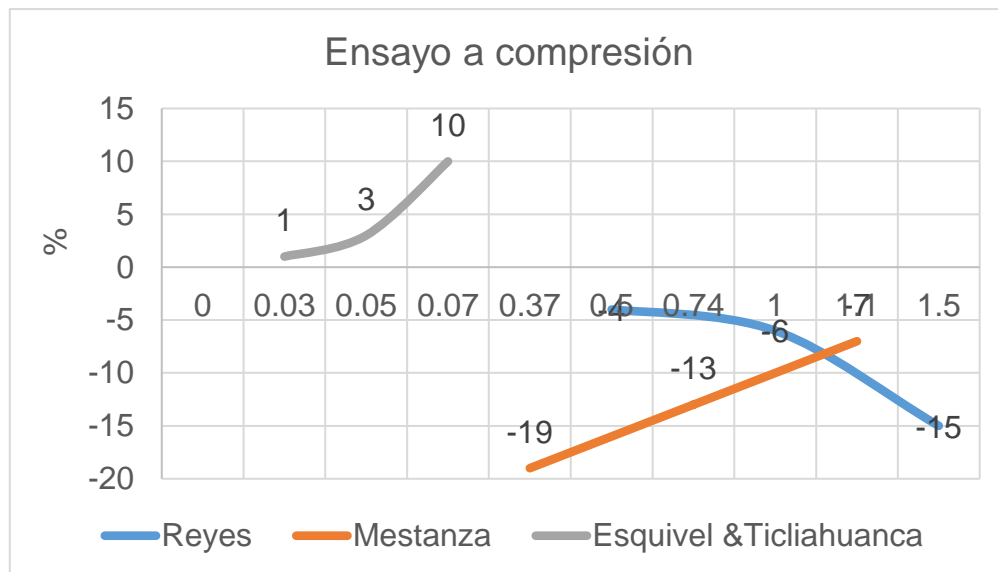


Figura 28. Comparación de los antecedentes con adición de PET

Fuente: Elaboración propia.

**En el ensayo a compresión con adición de fibra de PET** para **Mestanza** con adición 0.37%, 0.74% y 1.11% de medida de 7mm x 80mm de forma ondulada para un diseño de concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> manifiesta que con las adiciones de fibra de polietileno tereftalato (PET) reciclado provocó una disminución de 19%, 13% y 7% respectivamente con respecto al concreto patrón a los 28 días. **Reyes** con adición de 0.5%, 1% y 1.5% de medida de 2.5mm x 25mm afirma que al incrementar el porcentaje de polietileno tereftalato (PET) reciclado los resultados tienden a disminuir, debido a que aumenta el contenido de aire en la mezcla en lo que existe menor adherencia entre la pasta y el concreto y la fibra. Con respecto a ello en el presente trabajo de investigación se obtuvo resultados diferentes a lo de Mestanza y Reyes donde con la adición de fibras de PET 0.03%, 0.05% y 0.07% que representa un menor porcentaje a diferencias de las anteriores y de medida de 1 a 2mm x 20mm para el diseño de mezcla de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> se obtuvo una resistencia a la compresión de 417 kg/cm<sup>2</sup>, 427 kg/cm<sup>2</sup> y 457 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente y que con la adición de 0.05% y 0.07% se obtuvo un significativo resultado del 3% y 10% de aumento en la resistencia del concreto con respecto al concreto patrón.

**En el ensayo a flexión con adición de vidrio molido reciclado** Guayanay & Morales y Codina no realizaron el ensayo a flexión siendo este ensayo el más adecuado para el diseño de pavimentos, Por otro lado, en la presente investigación con la adición de 10% de vidrio molido reciclado a la edad de 28 días se obtuvo como resultado a la resistencia a de flexión 45.91 kg/cm<sup>2</sup> que representa un 3% de aumento en la resistencia de concreto con respecto al concreto patrón.

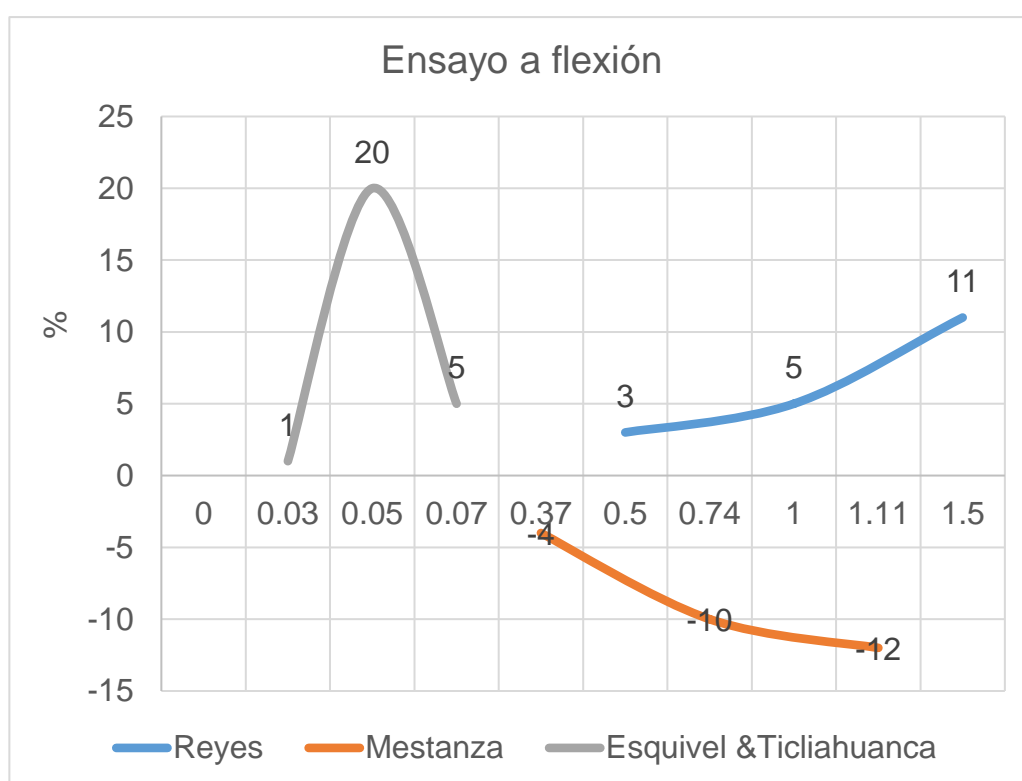


Figura 29. Comparación de los antecedentes con adición de PET

Fuente: Elaboración propia.

**En el ensayo a flexión con adición de fibras de polietileno tereftalato (PET), Mestanza** indica que hubo un descenso en la resistencia a la flexión donde se determinó una disminución de 4.94% con la adición de 0.37% de fibra, 9.92% con la adición de 0.74% de fibra y 11.98% con la adición de 1.11% de fibra con respecto al concreto patrón. **Reyes** en su trabajo de investigación observa que las fibras de polietileno tereftalato (PET) si influye porque aumenta en un 4% de resistencia con respecto al concreto patrón. Con respecto a ello en la presente investigación con



adición de PET existe una diferencia acerca del ensayo a flexión que realizó Mestanza que presentó una disminución en la resistencia, y una similitud en el ensayo a flexión de Reyes que aumento su resistencia por eso en la presente investigación se obtuvo un aumento en la resistencia a la flexión de 54.42 kg/cm<sup>2</sup> que representa un 20% de aumento en la resistencia concreto con la adición de 0.05% de fibras PET con respecto al concreto patrón.

## VI- CONCLUSIONES:

1. Se determinó que el asentamiento de concreto con la adición de vidrio molido y PET reciclado influye de manera decreciente en la mezcla, como se observa en los resultados el asentamiento concreto disminuye a medida que se aumenta el porcentaje de las dosificaciones de vidrio o PET reciclado notándose que se reduce en un 33% con la adición 10% de vidrio y en datos promedios en 29% con la adición de fibras de polietileno tereftalato PET con respecto al concreto patrón.
2. Se determinó que la resistencia a la compresión mejora con la adición de vidrio y PET reciclado dando como resultado 350 kg/cm<sup>2</sup> sobre 203 kg/cm<sup>2</sup> que representa un aumento de 72% a los 28 días con la adición de 10% y 0% de vidrio molido reciclado y con adición de fibra de PET se obtuvo como resultado de 457 kg/cm<sup>2</sup> que representa un aumento de 10% y 427 kg/cm<sup>2</sup> que representa un aumento de 3% sobre 414kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días en adiciones de 0.07%, 0.05% y 0% respectivamente. Por otro lado, al comparar la adición vidrio molido reciclado y de fibras de PET en la resistencia a la compresión se obtiene que aumenta en un 25% y 65% con respecto a la resistencia de diseño respectivamente notándose un significativo aumento con la adición de fibras de PET sobre la adición de vidrio molido reciclado.
3. Se determinó que la resistencia a la flexión mejora con la adición de vidrio y PET reciclado dando como resultado 45.91 kg/cm<sup>2</sup> sobre 44.41 kg/cm<sup>2</sup> que representa un aumento de 3% a los 28 días con la adición de 10% y 0% de vidrio molido reciclado y con adición de fibra de PET se obtuvo como resultado de 54.42 kg/cm<sup>2</sup> sobre 45.34 kg/cm<sup>2</sup> que representa un aumento de 20% a los 28 días con la adición de 0.05% y 0% respectivamente. Al comparar la adición de vidrio molido y fibras de PET reciclado en el ensayo a flexión aumenta en 15% y 36% respectivamente con respecto a la resistencia mínima al módulo de rotura de diseño de concreto y al igual que en el ensayo a la resistencia las fibras de PET tiene un mayor aumento a la resistencia con respecto a la adición de vidrio molido reciclado.

## **VII- RECOMENDACIONES:**

1. Se recomienda el uso de otros materiales reciclable como sustitución parcial del agregado en el concreto para el diseño de pavimento rígido con el fin de disminuir la contaminación del medio ambiente.
2. Se recomienda la adición del 10% de vidrio molido y 0.05% de fibra de polietileno tereftalato PET en el concreto para uso de pavimentos rígidos porque presentaron mejores resultados en los ensayos de compresión y flexión como materiales de reciclaje.
3. Se recomienda utilizar otros porcentajes de adición de vidrio molido y utilizar diferentes tamaños de fibra de polietileno tereftalato (PET) para obtener diferentes resultados.
4. Se recomienda realizar una investigación experimental para analizar con mayor detalle la influencia de la adición de vidrio y PET reciclado en las propiedades del concreto para el uso de pavimentos rígidos

## REFERENCIAS

ABU, Ahmed. Mechanical properties of concrete using recycled plastic. Thesis (Master of Science in Civil Engineering). Gaza: The Islamic University-Gaza, 2015. 64 pp.

AJAMU Solomon & ADEBAYO Joseph. Effect of waste (PET) bottle fibers on the properties of concrete. Impact: International journal of research in engineering & technology [on line] September 2018. [Retrieved 04 Oct. 2019],  
[https://www.researchgate.net/publication/327883972\\_Effect\\_of\\_Waste\\_PET\\_Bottle\\_Fibers\\_on\\_the\\_Properties\\_of\\_Concrete](https://www.researchgate.net/publication/327883972_Effect_of_Waste_PET_Bottle_Fibers_on_the_Properties_of_Concrete)  
E-ISSN: 2321-8843

ALFAYATE, José, y otros. 2011. *Contaminación ambiental. Una visión desde la química*. s.l. : Paraninfo, S.A., 2011. pág. 688. ISBN: 978-84-9732-178-5.

ARIAS, Fidias. 2012. *El proyectode investigación: Introducción a la investigación científica*. Sexta. Caracas : Episteme, C.A., 2012. pág. 143. IBN: 980-07-8529-9.

ASEEL Al-Zubaid, KADUM Shabeeb & AYNOR Ali. Study the effect of recycled glass on the mechanical properties if green concrete. sciencedirect [on line] April 2017. [Retrieved 04 Oct. 2019],  
[https://www.researchgate.net/publication/327883972\\_Effect\\_of\\_Waste\\_PET\\_Bottle\\_Fibers\\_on\\_the\\_Properties\\_of\\_Concrete](https://www.researchgate.net/publication/327883972_Effect_of_Waste_PET_Bottle_Fibers_on_the_Properties_of_Concrete)  
E-ISSN: 1876-6102

CARRASCO, Sergio. 2005. *Metodología de la investigación científica*. s.l. : San Marcos, 2005. pág. 478. ISBN: 9972-34-2542-5.

CASTELL, Xavier. 2009. *Reciclaje de residuos industriales*. Segunda. s.l. : Ediciones Díaz de Santos S.A., 2009. pág. 1295. ISBN: 978-84-7978-835-3.

CODINA Rita. Resistencia a la compresión de un concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con agregado fino sustituido en 5% y 10% por vidrio molido reciclado. Tesis (Ingeniero Civil) Perú. Universidad San Pedro, 2018. 75 pp.

CORNISH, María. 1997. *El ABC de los plásticos*. s.l. : Universidad Iberoamericana, 1997. pág. 138. ISBN: 968-859-283-8.

DVORKIN, Leonid y DVORKIN, Oleg. 2006. *Basics of concrete science*. 2006. pág. 692. ISBN: 590319702-7.

*Effective utilisation of wasted glass in concrete*. SAMEER, Shaikh y BACHHAY, Kshirsagar. 2015. 12, 12 de December de 2015, International Journal of Engineering Research and Applications, Vol. 5, págs. 01-04. ISSN: 2248-9622.

ESQUIVEL Pedro & TICLIAHUANCA Marian. Resistencia y agrietamiento por contracción del concreto para pavimentos rígidos con incorporación de fibras PET. Tesis (Ingeniero Civil) Perú. Universidad nacional de Jaén, 2019. 105 pp.

FERNANDEZ, José. 2003. *El vidrio*. Madrid : Consejo superior de investigaciones científicas, 2003. pág. 720. ISBN: 978-84-00-08158-4.

GONZALES, Federico. 2004. *Manual de supervisión de obras de concreto - 2b*. Segunda. s.l. : Limusa, 2004. pág. 148. ISBN: 968-18-5907-3.

GUAYANAY Cristian y MORALES Andrea. Análisis del comportamiento de hormigón con inclusión de vidrio reciclado en hormigones de resistencia normal. Tesis (Ingeniero Civil) Ecuador. Universidad Central del Ecuador, 2016. 156 pp.

HARMSSEN, Teodoro. 2005. *Diseño de estructuras de concreto armado*. Cuarta. s.l. : Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2005. pág. 679. ISBN: 9972-42-730-7.

HÉRNANDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. 2014. *Metodología de la investigación*. sexta. México D.F. : MCGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2014. pág. 600. ISBN:978-1-4562-2396-0.

ICART, Teresa, FUENTELESAZ, Carmen y PULPÓN, Anna. 2006. *Elaboración y presentación de un proyecto de investigación y una tesina*. Barcelona : Edicions de la Univeristat de Barcelona, 2006. pág. 154. ISBN: 84-8338-485-x.

IGER. 2016. *Ciencias naturales*. s.l. : Talleres gráficos, 2016. ISBN:978-992-961-4-116.

JOSUE Pablo. Evaluación de la influencia de las fibras de polietileno en el diseño, construcción y durabilidad de pavimento de concreto en la ciudad de Cerro de

Pasco – 2017. Tesis (Ingeniero Civil) Perú. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2017. 187 pp.

KHALIL Ibrahim y HUDA Al. Mechanical properties for ordinary concrete containing waste plastic fibers. Iraqi academic scientific journals [on line] September 2017. [Retrieved 04 Oct. 2019],

From: [https://www.researchgate.net/publication/330449610\\_MECHANICAL\\_PROPERTIES\\_FOR\\_ORDINARY\\_CONCRETE\\_CONTAINING\\_WASTE\\_PLASTIC\\_FIBERS](https://www.researchgate.net/publication/330449610_MECHANICAL_PROPERTIES_FOR_ORDINARY_CONCRETE_CONTAINING_WASTE_PLASTIC_FIBERS)

E-ISSN: 1992-7428

KALPAKJIAN, Serope y SCHMID, Steven. 2012. *Manufactura, ingeniería y tecnología*. Cuarta. s.l. : Pearson, 2012. pág. 1176. ISBN: 970-26-0137-1.

LAMUS, Fabián y ANDRADE, Sofía. 2015. *Concreto reforzado fundamentos*. s.l. : Ecoe ediciones, 2015. pág. 807. ISBN: 978-958-771-263-6.

LANDEAU, Rebeca. 2007. *Elaboración de trabajos de investigación*. s.l. : Editorial Alfa, 2007. pág. 173. ISBN: 980-354-214-1.

LOBATÓN José. Influencia del vidrio triturado en la resistencia a la flexión del concreto estructural para pavimentos rígidos en la ciudad de Huancavelica 2018. Tesis (Ingeniero Civil) Perú. Universidad Nacional de Huancavelica, 2019. 174 pp.

LOMBARDERO, José. 2008. *Manual para la formación en medio ambiente*. s.l. : Lex nova, 2008. pág. 807. ISBN: 978-84-9898-027-1.

MACHUCA, David y HERVAS, Miriam. 2009. *Configuración de moldes, matrices y cabezales de equipos para la transformación de polímeros*. s.l. : IC. editorial, 2009. pág. 120. ISBN: 978-84-16173-15-0.

MARTINEZ, Gonzalo, y otros. 2015. *Materiales sustentables y reciclados en la construcción*. s.l. : Omnia Publisher S.L., 2015. pág. 145. ISBN: 978-84-943418-0-9.

MESTANZA José. Análisis de las propiedades físico-mecánicas de un hormigón elaborado con fibras recicladas de envases PET utilizando agregados de la cantera

de San Antonio y cemento Holcim tipo GU. Tesis (Ingeniero Civil) Ecuador. Universidad Central del Ecuador, 2018. 237 pp.

MINAN. 2018. *El plástico representa el 10% de todos los residuos que generamos en el Perú*. 18 de Mayo de 2018.

MTC. 2013. Manual de carretera suelos, geología, geotecnia y pavimentos. s.l., Perú : MTC, 2013. pág. 355.

NADIM, Hassoun y AKTHEM, Al-Manaseer. 2015. *Structural Concrete*. Sexta. s.l. : John Wiley & Sons, Inc., 2015. pág. 1068. ISBN: 978-1-118-76781-8.

NEVILLE, Adam. 2011. *Properties of concrete*. Quinta. s.l. : Pearson, 2011. pág. 2866. ISBN: 978-0-273-7558-7.

NEWELL, James. 2010. *Ciencias de materiales aplicaciones en ingeniería*. s.l. : Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V., 2010. pág. 368. ISBN: 978-607-707-114-3.

NTP 339.034. 2008. Hormigón concreto. Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. Lima : Comisión de normalización y fiscalización de barreras comerciales no arancelarias - INDECOPI, 2008.

NTP 339.035. 2009. Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abraham. Lima : Comisión de normalización y de fiscalización de barreras comerciales no arancelarias - INDECOPI 2009, 2009.

NTP 339.078. 2012. Concreto. Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercio de tramo. Lima : Comisión de normalización y de fiscalización de barreras comerciales no arancelarias - INDECOPI, 2012.

NTP 339.084. 2012. Hormigón concreto. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica. Lima : s.n., 2012.

NTP 400.012. 2002. Agregados. *Análisis granulométrico del agregado*. Lima : Comisión de reglamento técnico y comerciales - INDECOPI 2002, 2002.

NTP 400.017. 2012. Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. Lima : Comisión de normalización y de fiscalización de barreras comerciales no arancelarias - INDECOPI 2012, 2012.

NTP 400.021. 2002. Agregados. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. Lima : Comisión de reglamento técnico y comerciales - INDECOPI 2002, 2002.

NTP 400.037. 2014. Agregados, especificaciones normalizadas para agregados en concreto. s.l. : Comisión de normalización y de fiscalización de barreras comerciales no arancelarias - INDECOPI, 2014, 2014.

NUÑEZ, Carlos y ROCA, Antoni. 2011. *Comportamiento mecánico de los materiales*. 2011. pág. 127. ISBN: 978-84-475-3514-9.

ÑAUPAS, Humberto, y otros. 2014. *Metodología de investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de tesis*. Cuarta. Bogotá : Ediciones de la U, 2014. pág. 538. ISBN: 978-958-762-188-4.

OCHOA Luis. Evaluación de la influencia del vidrio reciclado molido como reducto de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos. Tesis (Ingeniero Civil) Perú. Universidad Señor de Sipán, 2018. 136 pp.

ONU. 2018. *Medio ambiente plásticos de un solo uso: Una hoja de ruta para la sostenibilidad*. 2018. ISBN:978-92-807-3705-9.

PALELLA, Santa y MARTINS, Feliberto. 2006. *Metodología de la investigación Cualitativa*. Segunda ed. Caracas : FEDUPEL, 2006. pág. 253. ISBN: 980-273-4454.

PORRERO, Joaquin, y otros. 2014. *Manual del concreto estructural*. Caracas : PAG Marketing soluciones, 2014. pág. 483. ISBN: 978-980-7658-00-3.

*Resistencia de concreto con agregado de alta absorción y baja relación a/c*. SOLIS, Romel y MORENO, Eric. 2012. 1, MÉXICO : s.n., 2012, ALCONPAT, Vol. II, págs. 21-28. E-ISSN: 2007-6835.



RAHMAN, Habibur. A study on potential of recycled glass as cementitious material in concrete. Thesis (Master of Science in Civil Engineering). United State: Louisiana State University, 2015. 69 pp.

REYES Ingrid. Diseño de un concreto con fibras de Polietileno Tereftalato (pet) reciclado para la ejecución de losas en el asentamiento humano Amauta – Ate - Lima Este 2018. Tesis (Ingeniero Civil) Perú. Universidad Ricardo Palma, 2018. 202 pp.

RODRIGUEZ Luis y CASTRO Fabio. Evaluación del comportamiento de concreto hidráulico con adición de fibras de PET. Tesis (Ingeniero Civil) Colombia. Universidad Piloto de Colombia, 2019. 80 pp.

RUVALCABA, Edgar. 2019. *Gobierno abierto: Un análisis de su adopción en los gobiernos locales desde las políticas públicas*. s.l. : INAP, 2019. pág. 301. ISBN: 978-84-7351-678-5.

SALKIND, Neil. 1999. *Métodos de investigación*. s.l. : Prentice Hall, 1999. pág. 400. ISBN: 970-17-0234-4.

SÁNCHEZ DE GUZMAN, Diego. 2001. *Tecnología del concreto y del mortero*. Quinta. s.l. : Bhamdar Editores LTDA., 2001. pág. 341. ISBN: 958-9247-04-0.

SHETTY, M. S. 2008. *Concrete technology: Theory and practice*. [ed.] S. Chand. 2008. pág. 624. ISBN: 978-812-190-0034.

*Study of polyethylene terephthalate (PET) plastic bottles in threaded form as micro level reinforced in fly ash concrete*. SOURAV, B, SEHGAL, Sugam y MALHOTRA, Sameer. 2018. 2018, Global journal of engineering science and researches, Vol. 5, págs. 466-481. ISSN: 2348-8034.

*Use of waste glass in cement mortar*. BHANDARI, Pravin y TAJNE, Kiram. 2015. 4, 4 de August de 2015, International Journal of Civil Structural Engineering, Vol. 3, págs. 704-711. ISSN: 0976-4399.

*Utilization of waste glass in concrete*. TAMANNA, Nafisa, MOHAMED, Sutan y YAKUB, Bin. 2013. s.l. : Research Publishing, 2013, Energy and Environment, págs. 323-329. ISBN: 978-981-07-6059-5.

VIRGINIE, Manuel. 2011. *Los caminos del reciclaje*. s.l. : Nuevos emprendimientos editoriales, 2011. pág. 286. ISBN: 978-84-9381-388-8.

WALHOFF Guerson. Influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto y costos de fabricación, comparado con el concreto convencional, Barranca 2016. Tesis (Ingeniero Civil) Perú. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2017. 90 pp

WIGHT, James y MACGREGOR, James. 2009. *Reinforced concrete mechanics & design*. Sexta. s.l. : Pearson, 2009. pág. 1177. ISBN: 978-0-13-217652-1.

WILLIAM Yvonne. The application of waste glass as partial replacement for cement in concrete. Thesis (Master of Science in Civil Engineering). Universiti Teknologi Malaysia, 2016. 87 pp

WINTER, George y NILSON, Arthur. 2002. *Proyecto de estructura de hormigón*. s.l. : Reverté, 2002. pág. 724. ISBN:84-921-2076-9.

ZONGJIN, Li. 2011. *Advance concrete technology*. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc, 2011. pág. 521. ISBN: 978-0-470-43743-8.

## **ANEXOS**


Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables.

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Adición de Vidrio y PET reciclado	El <b>vidrio</b> es un material de diversas propiedades y de muchas aplicaciones, su estructura es desordenada, es inestable y químicamente compleja y heterogénea.	Se recolecta el vidrio y PET materiales que se encuentran en desuso estos pueden ser envases como botellas se limpia y se selecciona.	Vidrio Molido de 4.75mm	Dosificación vidrio molido de 0% y 10%	Razón
	El <b>PET</b> es un polímero termoplástico producido por polimerización de etilenglicol con ácido tereftálico		Fibras de PET de 1.5 mm x 20mm  Fibras de PET de 3 mm x 40mm	Dosificación del 0.03%, 0.05%, 0.06, 0.07 y 0.09%	Razón
Propiedades mecánicas del concreto	La <b>propiedad mecánica</b> es esencial para determinar la adaptabilidad de un material.	Para asegurar los ensayos existen lineamientos por la ASTM que proporciona de forma detallada los procedimientos en el laboratorio	Ensayo para la medición del asentamiento 339.035  Ensayo a la resistencia de compresión. NTP 339.034  Ensayo a la resistencia a la flexión. NTP 339.078	Slump  7 y 28 días  28 días	Razón

## Anexo 2: Matriz de Consistencia.

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Tipo y Diseño de Investigación
Problema Principal	Objetivo Principal	Hipótesis Principal	Variable Independiente	Vidrio molido de 4.75mm	Dosificación de vidrio molido de 0% y 10%	Máquina de los ángeles, tamices	<b>Tipo:</b> aplicativa <b>Nivel:</b> Correlacional causal. <b>Diseño:</b> No experimental transversal. <b>Población:</b> Ensayos de las propiedades del concreto de las tesis de investigación. <b>Muestra:</b> Ensayo de asentamiento de concreto, ensayo a la compresión y ensayo a la flexión. <b>Técnica:</b> Análisis documental. <b>Instrumento:</b> Ficha de registro.
¿Cómo influye la adición de vidrio y PET reciclado en las propiedades del concreto para un pavimento rígido	Determinar la influencia de la adición de vidrio y PET reciclado en las propiedades del concreto para un pavimento rígido.	Con la adición de vidrio y PET reciclado mejora las propiedades del concreto para un pavimento rígido	<b>Adición de Vidrio y PET reciclado</b>	Fibras de PET de 1.5 mm x 20mm	Dosificación del 0.03%, 0.05% y 0.07%	Balanza, equipo cortador de PET	
				Fibras de PET de 3 mm x 40mm	Dosificación del 0.03%, 0.06% y 0.09%		
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos	Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	
¿De qué manera influye el asentamiento de concreto con la adición de Vidrio y PET reciclado en las propiedades del concreto para un pavimento rígido?	Determinar si con la adición de vidrio y PET reciclado influye en el asentamiento del concreto para un pavimento rígido.	La adición de vidrio y PET reciclado influye en el asentamiento del concreto para un pavimento rígido.	<b>Propiedades mecánicas del concreto</b>	Ensayo para la medición del asentamiento 339.035	Slump	Equipos de laboratorio para realizar los ensayos de las propiedades mecánicas del concreto	
¿De qué manera mejora la resistencia a compresión con adición de vidrio y PET reciclado en las propiedades del concreto para un pavimento rígido?	Determinar si con la adición de vidrio y PET reciclado mejora la resistencia a compresión del concreto para un pavimento rígido.	La adición de vidrio y PET reciclado influye en la mejora de la resistencia a compresión del concreto para un pavimento rígido.		Ensayo a la resistencia de compresión. NTP 339.034	7 y 28 días		
¿De qué manera mejora la resistencia a flexión con adición de vidrio y PET reciclado en las propiedades del concreto para un pavimento rígido?	Determinar si con la adición de vidrio y PET reciclado mejora la resistencia a flexión del concreto para un pavimento rígido.	La adición de vidrio y PET reciclado influye en la mejora de la resistencia a flexión del concreto para un pavimento rígido.		Ensayo a la resistencia a la flexión. NTP 339.078	28 días.		

Anexo 3: Ficha de recolección de datos.

		Ficha de Recolección de datos		Ingeniería Escuela Profesional de Ingeniería Civil		Aspecto de Validación
Proyecto		Propiedades mecánicas del concreto adicionando vidrio y PET reciclado en el uso de pavimentos rígidos, Lima 2019				
Autor		Quintos Calluchi, Alfredo Danny				
<b>Fuente de datos de investigación</b>						
Nombre de la tesis:						
Autor:						
Universidad:						
Año:						
<b>Ensayo de asentamiento de concreto NTP 339.035</b>						
Adiciones		%	%	%	%	
<div> <div>2</div> <div>0</div> <div></div> </div>						
<b>Ensayo de compresión de concreto NTP 339.034</b>						
Adiciones		Días				
		7		28		
<b>Ensayo de flexión de concreto NTP 339.078</b>						
Adiciones		Días				
		7		28		
Datos del evaluador:						Promedio de Validación
Apellidos y Nombres						
Registro CIP		teléfono:				
Correo:						
Rango		Confiability		FIRMA DEL EVALUADOR		
0.61 - 0.80		ALTA				
0.41 - 0.60		MODERADA				
0.21 - 0.40		BAJA				
0.01 - 0.20		MUY BAJA				

#### Anexo 4: Validación de ficha de recolección de datos.

28/6/2020

Gmail - Re: REVISION DE INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS



alfredo quintos calluchi <ad.quintos@gmail.com>

---

### Re: REVISIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

---

Luis Fernando Nuñez Vilela <luis.nunezv@cip.org.pe>  
Para: alfredo quintos calluchi <ad.quintos@gmail.com>

28 de junio de 2020, 12:46

Estimado Alfredo Danny Quintos Calluchi habiendo revisado tus instrumentos de recolección de datos de tu DPI titulado "***Propiedades mecánicas de concreto adicionando vidrio y PET reciclado en el uso de pavimentos rígidos Lima 2019***" doy por **VALIDADO** para que se pueda aplicar en el desarrollo de su tesis.

Msc. Ing. Luis Fernando Nuñez Vilela  
Ingeniero Civil  
CIP 152657  
Celular 960347649

El sáb., 27 jun. 2020 a las 20:33, alfredo quintos calluchi (<ad.quintos@gmail.com>) escribió:

Buenas Noches Ing. Luis Nuñez Vilela  
Le saluda el alumno ALFREDO DANNY QUINTOS CALLUCHI, estudiante de X ciclo de la Universidad César Vallejo, el motivo de este correo es solicitarle encarecidamente pueda validar mi instrumento de recolección de datos para mi trabajo de investigación titulado "***Propiedades mecánicas de concreto adicionando vidrio y PET reciclado en el uso de pavimentos rígidos Lima 2019***"  
DNI: 43159165  
Cód. de estudiante: 7000949780

Atentamente,

Quintos Calluchi, Danny

---

LUIS FERNANDO NUÑEZ VILELA  
INGENIERO CIVIL  
960347649

## Anexo 5: Validación de ficha de recolección de datos.

28/6/2020

Gmail - Re: REVISIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS



alfredo quintos calluchi <ad.quintos@gmail.com>

---

### Re: REVISIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

---

JOSE LUIS <jlbenites8411@gmail.com>

27 de junio de 2020, 23:19

Para: alfredo quintos calluchi <ad.quintos@gmail.com>

Estimado (a). ALFREDO DANNY QUINTOS CALLUCHI

Habiendo revisado tus instrumentos para a recolección de datos, de tu DPI titulado "*Propiedades mecánicas de concreto adicionando vidrio y PET reciclado en el uso de pavimentos rígidos Lima 2019*" , doy por **VALIDADO** para que pueda aplicar en su desarrollo de tesis.

Atte. Mg. Jose Luis Benites Zuñiga  
Ingeniero Civil  
CIP 126769

El sáb., 27 jun. 2020 a las 23:08, alfredo quintos calluchi (<ad.quintos@gmail.com>) escribió:

Buenas Noches Ing. Benitez,  
Le saluda el alumno ALFREDO DANNY QUINTOS CALLUCHI, estudiante de X ciclo de la Universidad César Vallejo, el motivo de este correo es solicitarle encarecidamente pueda validar mi instrumento de recolección de datos para mi trabajo de investigación titulado "*Propiedades mecánicas de concreto adicionando vidrio y PET reciclado en el uso de pavimentos rígidos Lima 2019*"  
DNI: 43159165  
Cód. de estudiante: 7000949760

Atentamente,

Quintos Calluchi, Danny

--

Atte.

Ing. Jose Luis Benites Zuñiga



## Anexo 6: Validación de ficha de recolección de datos.

21/7/2020

Gmail - Validación de Instrumentos



alfredo quintos calluchi <ad.quintos@gmail.com>

---

### Validación de Instrumentos

---

**Margarita Boza** <mlbozao@gmail.com>  
Para: ad.quintos@gmail.com

21 de julio de 2020, 9:43

Sr. Alfredo Danny Quinto Calluchi

Habiendo revisado tus instrumentos para recolección de datos, de tu DPI "*Propiedades mecánicas de concreto adicionando vidrio y PET reciclado en el uso de pavimentos rígidos Lima 2019*", doy por **VALIDADO** para que se pueda aplicar en su desarrollo de tesis.

Atentamente  
Ing. Margarita Boza Olachea  
CIP 80500

Anexo 7: Ochoa Tapia Luis Miguel, 2018

Propiedades del agregado.

**Tabla 14:**

*Resultados de los ensayos realizados a los agregados*

MATERIALES	C. HUMEDAD %	ABSORCION %	P.ESPECÍFICO (kg/m <sup>3</sup> )	P. U. SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )	P. U. COMPACTADO (kg/m <sup>3</sup> )	T.M.N	M. FINEZA
AGREGADO FINO	1.0	1.0	2452	1447	1591	-	3.44
AGREGADO GRUESO	0.7	0.5	2676	1432	1515	3/4"	-

Diseño de Mezcla

**Tabla 17:**

*Cantidad de materiales para un  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$*

Material para 1m <sup>3</sup>	
CEMENTO	471 kg/m <sup>3</sup>
AGUA	235 L
ARENA	859 kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	925 kg/m <sup>3</sup>
A/C	0.500
SLUMP	4"

***Fuente. Elaboración Propia.***

**Tabla 26:**

*Cantidad de materiales para un  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  considerando 10% de vidrio*

Material para 1m <sup>3</sup>	
CEMENTO	471 kg/m <sup>3</sup>
AGUA	235 kg/m <sup>3</sup>
ARENA	773.1 kg/m <sup>3</sup>
VIDRIO	85.9 kg/m <sup>3</sup>
PIEDRA	925 kg/m <sup>3</sup>
A/C	0.500
SLUMP	4"

***Fuente. Elaboración Propia.***

## Asentamiento del concreto

**Tabla 32:**

*Variación del asentamiento para un  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$*

RESISTENCIA	SLUMP (cm)			
	0%	10%	20%	30%
$f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	10.16	3.81	2.54	1.27

*Fuente. Elaboración Propia.*

## Ensayo a la Compresión

**Tabla 50:**

*Resistencia a la compresión de  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  a los 7 días*

RESISTENCIA	PORCENTAJES DE VIDRIO			
	0%	10%	20%	30%
$f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	212.03	215.41	221.9	225.64

*Fuente. Elaboración Propia.*

## Ensayo a la flexión

**Tabla 53:**

*Resistencia a la compresión de  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días*

RESISTENCIA	PORCENTAJES DE VIDRIO			
	0%	10%	20%	30%
$f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	286.99	287.89	303.7	311.37

*Fuente. Elaboración Propia.*

Propiedades del agregado.

**4.1.1.6. Cuadro resumen de las características físico - mecánicas de los agregados**

Tabla 4.24 Cuadro resumen de las características físico - mecánicas del agregado grueso

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS DEL AGREGADO GRUESO</b>		
<b>ENSAYO (NORMA)</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>
Módulo de finura (ASTM C136/NTP 400.012)	7.07	-
Contenido de humedad (ASTM C566/NTP 339.185)	2.05	%
Peso específico M (ASTM C127/NTP 400.021)	2.54	gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico M. SSS (ASTM C127/NTP 400.021)	2.59	gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico A (ASTM C127/NTP 400.021)	2.68	gr/cm <sup>3</sup>
Absorción (ASTM C127/NTP 400.021)	2.04	%
Peso unitario suelto (ASTM C29/NTP 400.021)	1297.36	kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado (ASTM C29/NTP 400.017)	1413.37	kg/m <sup>3</sup>

Tabla 4.25 Cuadro resumen de las características físico- mecánicas del agregado fino

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECÁNICAS DEL AGREGADO FINO</b>		
<b>ENSAYO(NORMA)</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>
Módulo de finura (ASTM C136/NTP 400.012)	3.14	-
Contenido de humedad (ASTM C566/NTP 339.185)	4.26	%
Peso específico M (ASTM C127/NTP 400.021)	2.45	gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico M. SSS (ASTM C127/NTP 400.021)	2.54	gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico A (ASTM C127/NTP 400.021)	2.69	gr/cm <sup>3</sup>
Absorción (ASTM C127/NTP 400.021)	3.52	%
Peso unitario suelto (ASTM C29/NTP 400.021)	1452.94	kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado (ASTM C29/NTP 400.017)	1578.24	kg/m <sup>3</sup>

## Diseño de mezcla

### Dosificación en peso para un concreto patrón (1 m³).

Elemento	Peso(kg)
Agua	187.77
Cemento	408.00
Aire	-
Agregado grueso	748.59
Agregado fino	949.07
Total	2293.43

### Dosificación en peso para un concreto, con agregado fino sustituido en 10% de vidrio triturado reciclado (1 m³).

Elemento	Peso(kg)
Agua	187.77
Cemento	408.00
Agregado grueso	748.59
Agregado fino	854.16
Vidrio triturado	94.91
Total	2293.43

## Asentamiento del concreto

### 4.1.3.1. Determinación del asentamiento del concreto (ASTM C-143 / NTP 339.035)

Tabla 4.31 Resultados de Slump del concreto

Concreto	Pulgadas	cm
Patrón	7.5	3"
Vidrio #30	5.0	2"
Vidrio #16	4.0	1 1/2"
Vidrio #8	4.0	1 1/2"
Vidrio #4	5.0	2"



## Ensayo a la Resistencia

### a) Resistencia a la compresión a los 7 días

Tabla 4.32 Resultados cuantitativos de resistencia a compresión a los 7 días

DOSIFICACIÓN	PROBETAS			DIAM. PROM. (cm)	AREA cm <sup>2</sup>	Carga máxima (Kg)	f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
		FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA					
Patrón	1	03/12/2018	10/12/2018	15.20	181.46	33724.04	185.85	185.90
	2	04/12/2018	11/12/2018	15.24	182.41	34248.36	187.75	
	3	05/12/2018	12/12/2018	15.16	180.50	33230.90	184.10	
Vidrio #30	1	03/12/2018	10/12/2018	15.30	183.85	33009.12	179.54	179.75
	2	04/12/2018	11/12/2018	15.34	184.82	33621.81	181.92	
	3	05/12/2018	12/12/2018	15.26	182.89	32514.86	177.78	
Vidrio #16	1	03/12/2018	10/12/2018	15.30	183.85	34590.26	188.14	190.41
	2	04/12/2018	11/12/2018	15.34	184.82	35200.14	190.46	
	3	05/12/2018	12/12/2018	15.26	182.89	35230.83	192.63	
Vidrio #8	1	04/12/2018	11/12/2018	15.30	183.85	37403.23	203.44	201.28
	2	05/12/2018	12/12/2018	15.34	184.82	37305.20	201.85	
	3	06/12/2018	13/12/2018	15.26	182.89	36311.73	198.54	
Vidrio #4	1	05/12/2018	12/12/2018	15.20	181.46	37364.10	205.91	203.30
	2	06/12/2018	13/12/2018	15.24	182.41	37134.16	203.57	
	3	07/12/2018	14/12/2018	15.16	180.50	36178.54	200.43	

### b) Resistencia a la compresión a los 28 días

Tabla 4.33 Resultados cuantitativos de resistencia a compresión a los 28 días.

DOSIFICACIÓN	PROBETAS			DIAM. PROM. (cm)	AREA cm <sup>2</sup>	Carga máxima (Kg)	f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
		FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA					
Patron	1	03/12/2018	31/12/2018	15.12	179.55	52694.77	293.48	294.06
	2	03/12/2018	31/12/2018	15.20	181.46	53466.35	294.65	
	3	04/12/2018	01/01/2019	15.16	180.50	53079.64	294.06	
Vidrio #30	1	03/12/2018	31/12/2018	15.23	182.18	55980.67	307.29	307.44
	2	04/12/2018	01/01/2019	15.27	183.13	56108.46	306.38	
	3	05/12/2018	02/01/2019	15.19	181.22	55933.46	308.65	
Vidrio #16	1	03/12/2018	31/12/2018	15.23	182.18	59010.25	323.92	322.03
	2	04/12/2018	01/01/2019	15.27	183.13	59062.41	322.51	
	3	05/12/2018	02/01/2019	15.19	181.22	57930.50	319.67	
Vidrio #8	1	04/12/2018	01/01/2019	15.20	181.46	60532.70	333.59	336.78
	2	05/12/2018	02/01/2019	15.24	182.41	61794.80	338.76	
	3	06/12/2018	03/01/2019	15.16	180.50	61006.95	337.98	
Vidrio #4	1	05/12/2018	02/01/2019	15.18	180.98	64333.38	355.47	350.67
	2	06/12/2018	03/01/2019	15.22	181.94	62384.11	342.89	
	3	07/12/2018	04/01/2019	15.14	180.03	63667.13	353.65	

## Ensayo a la Flexión

Resultados de ensayo a flexión del concreto con vidrio tamiz #4 (granular) a las edades de 7, 14 y 28 días.

Tabla 4.38 Resultados cuantitativos de resistencia a flexión V. tamiz #4 - Granular

PROBETAS			EDAD	DIMENSIONES			Carga maxima (Kg)	Mr (Kg/cm <sup>2</sup> )	Mr promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
Nº	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA		ANCHO	PERALTE	LUZ LIBRE A.			
			Días	(cm)	(cm)	(cm)			
1	10/01/2019	17/01/2019	7	9.77	10.07	30.00	845.89	25.64	24.90
2	10/01/2019	17/01/2019		9.57	10.10	30.00	817.48	25.13	
3	10/01/2019	17/01/2019		9.57	10.10	30.00	778.44	23.93	
1	10/01/2019	24/01/2019	14	9.90	10.17	30.00	1043.26	30.59	32.02
2	10/01/2019	24/01/2019		9.83	9.73	30.00	1029.65	33.16	
3	10/01/2019	24/01/2019		9.77	10.07	30.00	1065.94	32.31	
1	10/01/2019	07/02/2019	28	9.70	9.77	30.00	1341.94	43.51	45.91
2	10/01/2019	07/02/2019		9.77	9.93	30.00	1485.69	46.25	
3	10/01/2019	07/02/2019		9.93	10.33	30.00	1695.99	47.97	

Propiedades del agregado.

*Tabla 6.*

*Propiedades físicas de los materiales*

AGREGADOS		
DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
HUMEDAD (%)	8.12	1.04
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2.69	2.69
ABSORCION (%):	1.430	0.83
MÓDULO DE FINEZA	2.64	-
PESO SECO COMPACTADO (Kg/m3)	1699	1530
PESO SECO SUELTO (Kg/m3)	1533	1426
T MÁX. NOM (Pulg.)	-	½"
CEMENTO		
PESO ESPECÍFICO (Kg/m3)	3.10	

Los pasos a seguir son los siguientes:

Diseño de mezcla

14. Determinación de la proporción en peso.

La proporción en peso de los materiales sin corregir, y ya corregida por humedad del agregado serán:

Cemento	Agr. Fino	Agr. Grueso	Agua
464/464	: 773.4/464	866.08/464	216/10.9
1	: 1.67	: 1.87	: 19.81 lt/bolsa (en peso seco)

Corrección por humedad

464/464	836.21/464	875.09/464	162.44/10.9
1	: 1.80	: 1.89	: 14.89 lt/bolsa

$$\text{Relación agua/cemento de diseño} = \frac{216}{464} = 0.466$$

$$\text{Relación agua/cemento efectiva} = \frac{162.44}{464} = 0.35$$



## Asentamiento del concreto

### *Resultados de ensayos de concreto fresco*

MUESTRA	% FIBRA	CONTENIDO DE AIRE (%)	TEMPERATURA	SLUMP (pulg)	PESO UNITARIO
M-1	0	2.50	29.50	6	2367.74
M-2	0	2.4	28.7	6	2388.32
M-3	0	2.50	29.00	5.25	2376.64
M-4	0	2.5	29.2	6	2359.12
M-5	0	2.4	29.2	6	2376.64
M-6	0	2.5	28.9	6	2370.80
M-7	0	2.5	28.6	6	2385.40
M-8	0	2.4	29.8	6	2375.18
M-1	0.03	2.3	30.7	6	2375.18
M-2	0.03	2.2	28.4	4.0	2369.34
M-3	0.03	2.1	32	4	2373.72
M-4	0.03	2.30	28.70	4	2375.18
M-5	0.03	2.4	30.7	5	2382.48
M-6	0.03	2.20	28.80	5	2370.80
M-7	0.03	2.5	30.2	5	2376.64
M-8	0.03	2.10	31.00	5	2372.26
M-1	0.05	2.50	29.50	4.50	2383.50
M-2	0.05	2.2	28.7	3	2395.62
M-3	0.05	2.5	29.3	5.50	2382.48
M-4	0.05	2.3	29	6	2379.56
M-5	0.05	2.2	28.9	4	2385.40
M-6	0.05	2.4	29	4	2383.94
M-7	0.05	2.5	29.2	4	2391.24
M-8	0.05	2.4	29.1	4	2392.70
M-1	0.07	2.1	29.9	3	2370.80
M-2	0.07	2.20	29.30	4	2362.04
M-3	0.07	2.30	28.70	3	2373.72
M-4	0.07	2.20	28.60	4.25	2367.88
M-5	0.07	2.10	28.90	4.25	2364.96
M-6	0.07	2.30	29.20	3	2369.34
M-7	0.07	2.10	29.40	3	2372.26
M-8	0.07	2.2	30.1	3	2366.42

Fuente: Elaboración Propia

## Ensayo de concreto a la compresión.

### 4.3 Resultado de Ensayos de Concreto Endurecido

#### 4.3.1 Resistencia a la Compresión

Se ensayaron 60 testigos cilíndricos (ver Anexo C) de los cuales, 15 fueron para la muestra control y 45 para la muestra experimental, 15 por cada dosificación de fibras PET. Esto permitió realizar el análisis de la resistencia a la compresión. En la siguiente tabla se muestran los promedios de los resultados de dichos ensayos.

*Tabla 26.*

*Resultados de las medias del ensayo de la Resistencia a la Compresión del Concreto Endurecido*

Edad	Fibra 0.00%	Fibra 0.03%	Fibra 0.05%	Fibra 0.07%
7	357.99	358.37	360.41	357.86
14	373.71	402.47	404.28	392.06
28	414.98	417.16	427.31	457.41

Fuente: Elaboración Propia

## Ensayo a la flexión del concreto.

#### 4.3.2 Resistencia a la Flexión

Se ensayaron 60 testigos prismáticos (ver Anexo D) de los cuales, 15 fueron para la muestra control y 45 para la muestra experimental, 15 por cada dosificación de fibras PET. Esto permitió realizar el análisis de la resistencia a la flexión. En la siguiente tabla se muestran los promedios de los resultados de dichos ensayos.

*Tabla 27.*

*Resultados de las medias del ensayo de la Resistencia a la Flexión del Concreto Endurecido*

Edad	Fibra 0.00%	Fibra 0.03%	Fibra 0.05%	Fibra 0.07%
7	45.05	45.69	48.23	44.33
14	45.23	45.89	52.28	45.60
28	45.34	45.93	54.42	47.62

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo 10: Josue David Pablo Luis 2017

### Propiedades del agregado.

<b>1</b> La resistencia de Diseño es de $f_c=280\text{Kg/cm}^2$ , se desconoce le valor de la desviación estándar.			
<b>2 Componentes:</b>			
<b>1.2.1</b>	<b>Cemento Andino Tipo I</b>		
	Peso Específico	3.12	gr/cm3
<b>1.2.2</b>	<b>Agregado Fino</b>		
	Arena Gruesa de la Cantera San Antonio-Sacra Familia		
	Peso Específico	2.48	gr/cm3
	Absorción	0.33	%
	Contenido de Humedad	7.07	%
	Modulo de Fineza	4.04	
	Peso Unitario Suelto	1714.00	Kg/m3
	Peso Unitario Compactado	1914.00	Kg/m3
<b>1.2.3</b>	<b>Agregado Grueso</b>		
	Piedra Chancada de la Cantera San Antonio-Sacra Familia		
	Tamaño Máximo Nominal	3/4"	
	Peso Específico	2.43	gr/cm3
	Absorción	1.33	%
	Contenido de Humedad	1.35	%
	Peso Unitario Suelto	1335.00	Kg/m3
	Peso Unitario Compactado	1584.00	Kg/m3
<b>1.2.3</b>	<b>Agua</b>		
	Agua Potable de Laboratorio ZEMCO Ingenieros-C.P. Paragsha		

### Asentamiento del concreto

#### Determinación del asentamiento del Concreto Patrón:

Tabla 14. Asentamiento del Concreto Patrón

ENSAYO SLUMP		CONCRETO PATRON	
DESCRIPCION	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
ASENTAMIENTO	3"	3 1/4"	2 3/4"
PROMEDIO :			3"

Fuente: Elaboración Propia.

#### Determinación del asentamiento del Concreto Adicionado con Fibras de Polietileno (Dosis óptima):

Tabla 15. Asentamiento del Concreto Adicionado con Fibras de Polietileno

ENSAYO SLUMP		CONCRETO CON FIBRAS	
DESCRIPCION	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
ASENTAMIENTO	2 3/4"	2 1/2"	3"
PROMEDIO :			2 3/4"

Fuente: Elaboración Propia.

## Ensayo a compresión

### EFFECTO DE LA VARIABLE SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL ( $f'_c$ )

Como variable respuesta se evaluó la resistencia a la compresión axial ( $f'_c$ ) a 28 días.

Tabla 28. Comparación de Resistencias Promedio de Compresión

Tabla Comparativa de Resistencias Promedio de Compresión Axial		
Diseño	Resistencia Promedio a los 7 días $f'_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Promedio a los 28 días $f'_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
Diseño Patrón - PDP	206.09	312.56
Diseño con Fibra N° 01 - PD1	199.26	299.06
Diseño con Fibra N° 02 - PD2	204.21	319.32
Diseño con Fibra N° 03 - PD3	199.71	305.46
Diseño con Fibra N° 04 - PD4	195.48	297.63

Fuente: Elaboración Propia.

## Ensayo a Flexión

### EFFECTO DE LAS VARIABLES SOBRE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN ( $M_r$ )

Como variable respuesta se evaluó el Modulo de Rotura ( $M_r$ ) a 28 días.

Tabla 29. Comparación del Módulo de Rotura Promedio

Tabla Comparativa del Módulo de Rotura Promedio	
Diseño	Módulo de Rotura Promedio a los 28 días $M_r$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
Diseño Patrón - VDP	40.93
Diseño con Fibra N° 01 - VD1	41.10
Diseño con Fibra N° 02 - VD2	44.37
Diseño con Fibra N° 03 - VD3	46.62
Diseño con Fibra N° 04 - VD4	40.79

Fuente: Elaboración Propia.